



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



# Proyecto de las obras de abrigo del nuevo puerto deportivo de San Vicente de la Barquera

Trabajo realizado por:  
*Judit Hoyos Cordero*

Dirigido:  
*Cesar Vidal Pascual*  
*Amador Gafo Álvarez*

Titulación:  
**Máster Universitario en  
Ingeniería de Caminos, Canales y  
Puertos**

Santander, Septiembre de 2018

**TRABAJO FINAL DE MASTER**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



## **RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER DE INGENIERÍA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS/ FINAL PROJECT ABSTRACT**

**Título/Title:** Proyecto de las obras de abrigo del nuevo puerto deportivo de San Vicente de la Barquera/*Project of main breakwaters for the new marina of San Vicente de la Barquera*

**Trabajo realizado por/ Project elaborated by:** Judit Hoyos Cordero

**Dirigido por/Directed by:** César Vidal Pascual, Amador Gafo Álvarez.

**Convocatoria/Call:** Septiembre 2018/September 2018

**Palabras clave/Keywords:** Dique en talud, altura de ola significativa, rebase del oleaje/ *Sloping breakwall, significant wave height, wave overtopping*



El “Proyecto de las obras de abrigo del nuevo puerto deportivo de San Vicente de la Barquera” constituye el Trabajo Fin de Máster de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, de esta misma alumna. El proyecto del puerto a desarrollar se sitúa en el pueblo San Vicente de la Barquera, situado en el municipio Cántabro de San Vicente de la Barquera.

La alternativa seleccionada ha sido la del puerto exterior, la cual consiste en la construcción de un dique y un contradique que albergarán en su interior un puerto deportivo con capacidad para unas 500 embarcaciones, situado entre la Punta de la Silla y apoyado en el actual dique de cierre. Se ha optado por esta alternativa ya que presenta una serie de ventajas respecto a la de puerto interior, como es la posibilidad de reducir el impacto ambiental mediante medidas correctoras.

En el estudio realizado por la Universidad de Cantabria en 1996 sobre la funcionalidad y propuesta de alternativas de mejora para el puerto de San Vicente de la Barquera, se concluyó que las características del puerto eran adecuadas para la flota pesquera, pero la flota deportiva se encontraba desordenada, interfiriendo con las actividades pesqueras, y carecía de instalaciones y servicios. Asimismo, se justificó a su vez la importancia de construir un nuevo puerto deportivo en base a la situación estratégica para recibir embarcaciones deportivas navegando entre Santander y Gijón.

Las obras de abrigo constan de los siguientes elementos:

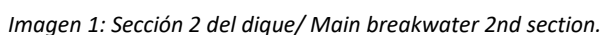
- Dique principal: con una longitud de 500 metros, protege al puerto del oleaje predominante, siendo este el procedente del N y NO.
- Dique interior: con una longitud de 110 metros, partiendo del dique principal en el P.K. 0+350 y hacia el interior del puerto de forma casi perpendicular al dique.
- Contradique: con una longitud de 250 metros, parte en dirección perpendicular al actual dique protegiendo del oleaje del NE.

Todas las estructuras se han diseñado como diques en talud en ambas caras, presentándose las ventajas de dicha solución en el ANEJO DIMENSIONAMIENTO, con mantos de escollera y bloques de hormigón, núcleo de todo uno de cantera sin finos y un espadón de hormigón. El talud exterior es 2:1 y el interior de hasta 1.5:1. Para el estudio del dimensionamiento de las obras de abrigo, se ha realizado un estudio del dique en tres secciones, una para el contradique, y también una única para el dique interior.

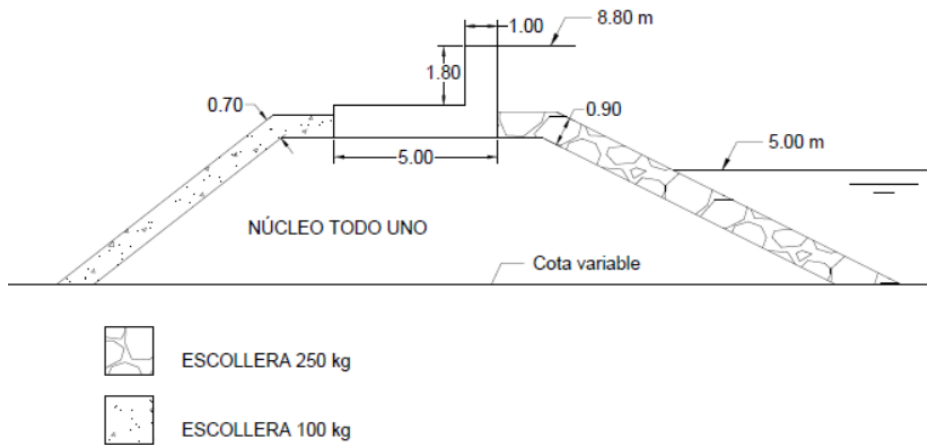
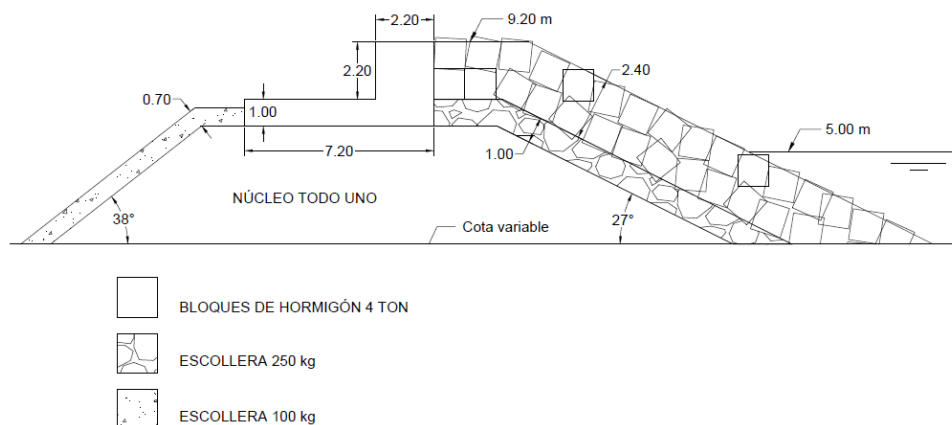
Para la obtención del oleaje de cálculo se ha partido de los datos de la propagación desde profundidades indefinidas hasta las inmediaciones de San Vicente, incluidos en el estudio de la Universidad de Cantabria. Así, tras definir la probabilidad de fallo a partir de la ROM y para un periodo de retorno de 112 años se obtuvieron las alturas de ola significantes de cálculo en las secciones del dique. Para el cálculo, previamente y a partir de los mapas de batimetría, se obtuvieron las profundidades y correspondientes calados en cada punto de estudio. Suponiendo para el oleaje de cálculo (profundidades reducidas, donde se comprueba que la altura de ola máxima se ve limitada



Resumen de las secciones/Sections summary:





*Imagen 2: Dique interior / Inner breakwater**Imagen 3: Contradique / secondary breakwater*

The project “Main breakwaters for the new marina of San Vicente de la Barquera” constitutes the Final Project of the same student. The project is located in San Vicente de la Barquera town, which is located in the same Cantabrian municipality.

The project consists on the construction of an outer marine, with a principal breakwater and a secondary one with the aim of protecting the new marina of San Vicente de la Barquera. This new infrastructure will offer space for more than 500 boats. It is located between Punta de la Silla and the existent closure dike.

In 1996, the University of Cantabria performed a study about the functionality of the existent port. It analyses the difficulties and proposes new improvement alternatives for the port of San Vicente de la Barquera and the relocation of the recreational and fishing boats. This study concludes that the



characteristics of the existent installations were adequate for the fishing boats but the recreational fleet was disorganized and interfered with fishing activities. Also, the lack of installations and services for this kind of boats was evident. In addition, it remarks the necessity of having an intermediate marina between Santander and Gijón due to the numerous recreational boats in this route, which may need it in transit or in case of emergency.

The protection works are formed by the following elements:

- Main breakwater: it has 550 m length and provides protection from the predominant wave direction, which is from N and NW.
- Inner breakwater: it has 110 m length. It starts from the main breakwater at PK 0+350 to the inner basin of the marina, almost perpendicular to the main breakwater.
- Secondary breakwater: it has 250 m length. It is perpendicular to the existent dike providing protection from the NE wave direction.
- Every structure has been designed as sloping breakwater in both sides, with rockfill layers and concrete blocks. The core is formed by quarry run without fine aggregates and the crown wall is made of concrete. The outer slope is 2:1 while the inner one is up to 1.5:1.

For the dimensioning of the cross section, the main breakwater has been divided in three sections, also one for the inner breakwater and another one for the secondary breakwater.

For the calculation of the design wave the starting point was the wave propagation from infinite depths to the vicinity of San Vicente de la Barquera, included in the mentioned study performed by the University of Cantabria. Afterwards, significant wave height for each breakwater section was obtained considering a return period of 112 years and a failure probability of 0,2 according to ROM.

The design wave (reduced depths, where the maximum wave height is proved to be limited by the breaking wave height) is fit by a Rayleigh distribution (deep waters), it is obtained that the design wave height ( $H_{50}$ ) is the breaking wave height. For the calculation of the inner layers, a reducing coefficient of 0,2 is applied, and for the breakwater head an increasing coefficient of 1,5 is applied, as that is the point where waves have their maximum breaking energy.

For the dimensioning of the transversal breakwater and the secondary breakwater the wave diffraction was calculated, multiplying the breaking wave height with the diffraction coefficient.

The weight of the concrete blocks and the rockfill which form the breakwater layers is calculated employing the formulation Losada and Jimenez Curto. Every layer is installed over a quarry run without fine aggregates core which maximum height is +6m over the port zero. This height is one meter over the high tide line, so that is easier the construction process.

The crown wall has been calculated following Losada y Gimenez Curto formulation. Once crowning height is obtained, for shoulder dimensioning, tipping and sliding security coefficient is checked.

Finally, it has been verified that the level of agitation inside the port was under the allowable levels.



The material execution budget ascends to 20.139.718,15€. Considering the overhead costs, industrial benefit and taxes (IVA), the tender base budget is 28.999.180,17€.



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



## MEMORIA DESCRIPTIVA

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO .....	4
2.	ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO.....	4
3.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN DEL PUERTO .....	4
3.1.	Descripción general .....	4
3.2.	Geología y geotecnia.....	5
3.3.	Batimetría .....	5
3.4.	Tipología de los fondos .....	6
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.....	6
5.	NIVEL DEL MAR .....	6
6.	OLEAJE.....	7
7.	DIMENSINAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO .....	7
8.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	9
9.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	9
10.	PRESUPUESTO .....	9
11.	DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO.....	10

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1: localización San Vicente de la Barquera en Cantabria .....	5
Imagen 2: Situación del estuario de San Vicente de la Barquera. Campo dunar inicial frente a campo dunar tras la construcción del dique. ....	5
Imagen 3: Zonificación esquemática de los fondos. ....	6
Imagen 4: esquema en planta de la alternativa.....	6
Imagen 5: Nivel del mar de estudio en metros (m).....	7

Imagen 6: Resultados de las alturas de ola significantes para el cálculo .....	7
Imagen 7: Resultados de espesores de capas y materiales para las secciones del dique .....	8
Imagen 8: Resultados de la cota de coronación del espaldón en las diferentes secciones del dique .....	8
Imagen 9: Dimensinamiento del punto 1 del dique. ....	8
Imagen 10: Dimensinamiento del punto 2 del dique. ....	8
Imagen 11: Dimensionamiento del punto 3 del dique. ....	8
Imagen 12: Dimensionamiento del morro del dique.....	9
Imagen 13: Dimensionamiento del dique interior.....	9
Imagen 14: Dimensionamiento del contradique .....	9
Imagen 15: Dimensionamiento del morro del contradique .....	9



## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

La construcción del nuevo puerto deportivo de San Vicente de la Barquera se va a llevar a cabo en la localidad que lleva el mismo nombre, perteneciente a la comunidad autónoma de Cantabria. El municipio de San Vicente de la Barquera limita con los municipios de Valdáliga, Herrerías y Val de San Vicente.

Su principal actividad económica es el turismo, por lo que la construcción de un nuevo puerto deportivo con más capacidad que el actual favorecería que aumentara el flujo de visitantes.

La ubicación de San Vicente de la Barquera es estratégica desde el punto de vista náutico-deportivo ya que, al ser el único puerto entre Santander y Lastres, representa una escala necesaria para unir el tráfico deportivo que navega a lo largo de la costa cantábrica. Hoy en día este tráfico se ve claramente interrumpido, ya que las dificultades que presenta la entrada y las deficiencias de las instalaciones deportivas lo hacen inadecuado para este tipo de embarcaciones.

Adicionalmente, la inexistencia de un puerto refugio en las inmediaciones, pone de manifiesto la necesidad de mejorar la funcionalidad del puerto, donde se optimicen los recursos del mismo, planteando su expansión y, en general, hacer del Puerto de San Vicente de la Barquera un puerto accesible, seguro y operativo, a lo largo de todo el año, ya sea para embarcaciones pesqueras como deportivas.

El objetivo general del presente estudio es doble:

- Diseñar, tanto desde el punto de vista funcional como estructural, la disposición en planta y las secciones tipo de las obras del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.
- Analizar el efecto que la construcción del futuro Puerto Deportivo pudiera tener en la dinámica litoral del entorno y, en particular, en la estabilidad de la Playa de Merón.

## 2. ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

San Vicente de la Barquera presenta una dinámica demográfica positiva, puesto que a lo largo del siglo XX y hasta la actualidad, ha duplicado la población respecto a la del año 1900, cuando el número de habitantes era de 1.769. Sin embargo, a modo de comparación, el crecimiento de los municipios vecinos ha sufrido un marcado carácter de despoblamiento.

Las características de su estructura demográfica indican que se trata de un municipio predominantemente adulto, en el que el mayor porcentaje lo forman los habitantes comprendidos entre 39 y 64 años. El segundo grupo de mayor población lo forman los jóvenes con edades comprendidas entre 20 y 39 años. La población anciana es superior a la infantil. Por género el fenómeno prácticamente se repite y la población femenina

anciana es hasta casi tres veces superior a la infantil. Con todo ello, se puede afirmar que la localidad presenta un índice de envejecimiento del 135% y una edad media de 41 años.

En cuanto a la economía de San Vicente de la Barquera, se busca realizar una descripción de la actual situación económica del municipio, reflejando las principales características locales desde el punto de vista de la estructura económica. Así pues, la mayor parte de la población en el 2001 trabajaba en los servicios (53%) y en la agricultura, ganadería y pesca (21%). La construcción también ocupa un puesto importante con el 19% de la población mayor de 16 años ocupada dedicada al sector. La menor parte de la población se dedica a actividades relacionadas con la industria (8%) dada la carencia de esta en el término.

Por lo tanto, más de la mitad de la población económicamente activa se dedica al sector terciario, siendo el turismo su principal actividad, que puede explotar gracias a las playas, principalmente. Además, es el centro de la parte Occidental de Cantabria en cuanto a servicios: cabeza de partido judicial, comercios y administración. El resto de la población se dedica al sector primario (alrededor del 20%), la construcción (un 18%) y la industria (apenas un 7%).

## 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN DEL PUERTO

Para disponer de una imagen global del área de implantación del puerto en cuestión, se realizará un estudio que incluirá los siguientes puntos, más desarrollados en sus correspondientes Anejos:

### 3.1. Descripción general

San Vicente de la Barquera es un pueblo situado en el municipio del San Vicente de la Barquera. Se localiza prácticamente en el extremo occidental de Cantabria, con una superficie total de 41,5 km<sup>2</sup>. Limita con el Mar Cantábrico al norte y con los municipios de Val de San Vicente y Herrerías al oeste y al sur y con Valdáliga al oeste y al sur.





Imagen 1: localización San Vicente de la Barquera en Cantabria

Se trata de un territorio en el que se hace complicado encontrar un espacio donde la naturaleza no haga acto de presencia, condicionante a tener en cuenta a la hora de una correcta gestión de residuos en la zona.

El puerto de San Vicente de la Barquera es el más occidental de los puertos de Cantabria. Se trata de un puerto principalmente pesquero, aunque en la actualidad se pueden encontrar embarcaciones de recreo y deportivas a lo largo de la ría. Se encuentra enclavado en la desembocadura de la ría de San Vicente de la Barquera, formada a partir de la unión del Río del Escudo y Brazo Mayor. La mencionada ría abarca una amplia zona de marismas y planicies de inundación debido a la importante carrera de marea existente en esta zona del Mar Cantábrico.

**3.2. Geología y geotecnia**

Geológicamente, la zona de San Vicente de la Barquera se caracteriza por un alto contenido de cuarzo, aunque hay que destacar el contenido importante de fragmentos de roca metamórfica.

El estuario está formado por dos valles excavados en materiales blandos y fallas pasivas. Ambos subsistemas comparten la bahía arenosa central y el complejo de desembocadura, en la que se ha formado una barrera constituida por un sistema de dunas/playa, fijada en la actualidad por un dique NE-SO.

Se encuentra confinado por materiales cretácicos, principalmente, tanto calcáreos como siliciclásticos, mientras que el vaso estuarino se formó por la mayor erosionabilidad de materiales blandos triásicos de arenas, arcillas, lutitas, evaporitas y margas.

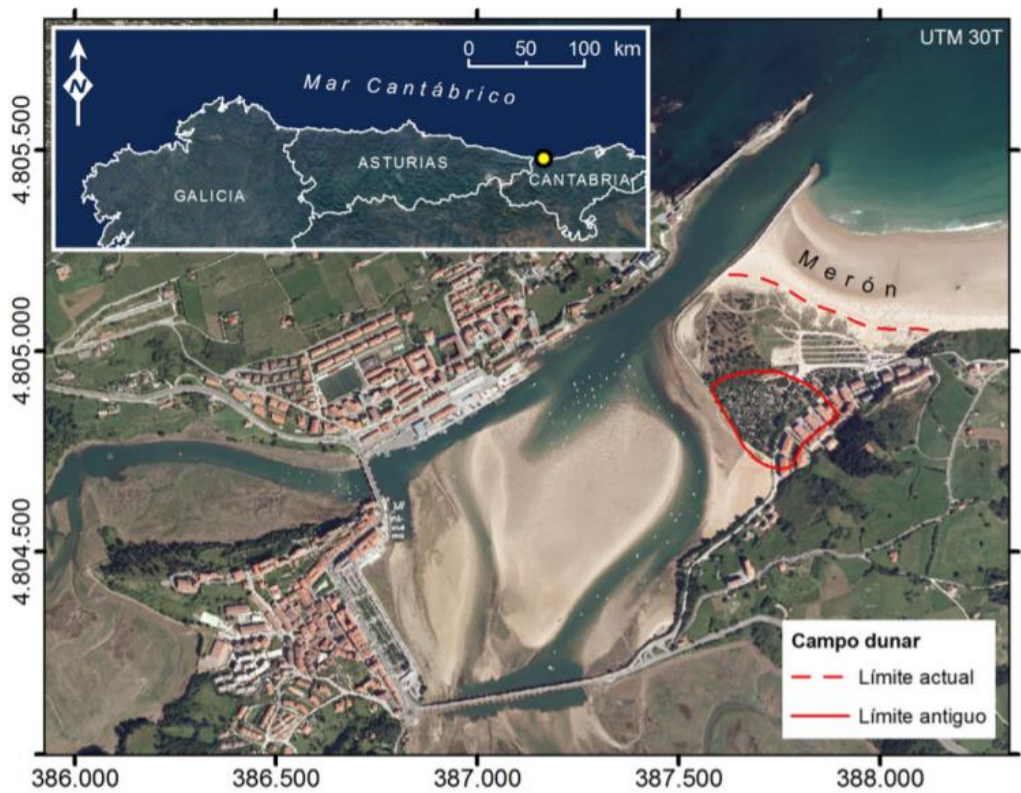


Imagen 2: Situación del estuario de San Vicente de la Barquera. Campo dunar inicial frente a campo dunal tras la construcción del dique.

En la bahía arenosa se activa un amplio delta de flujo mareal, que es la unidad morfosedimentaria más característica del estuario, sobre todo durante la media marea ascendente.

**3.3. Batimetría**

Para poder diseñar los diques de abrigo y determinar las cotas a las que se deben establecer sus bases es fundamental conocer la batimetría que presentan la zona del puerto y la zona adyacente al mismo.

Para la representación de los fondos se realizaron dos campañas topo-batimétricas que complementan la información de las cartas náuticas y planos de cartografía existentes previamente.

En la Costa Cantábrica, la orientación general de la batimetría es sensiblemente paralela a la costa con pendientes moderadas. La zona de estudio comprende un área de acantilados con fondo rocoso y de calados variables que van desde los 0 hasta los 5 metros de profundidad. Todos los planos y la batimetría del proyecto están referidos al cero del puerto de Santander.





**3.4. Tipología de los fondos**

El lecho marino se divide en dos zonas, una al Oeste de la desembocadura de la Ría y la otra al Este. En la primera, el fondo es rocoso, y se caracteriza por su irregularidad con salientes y pequeñas fosas, la pendiente del mismo tiene valores medios de 1:60.

En la segunda zona, el fondo es arenoso, y se caracteriza por su regularidad con pendientes que presentan valores medios de 1:70. Frente a la desembocadura de la Ría se encuentra una gran fosa de origen tectónico, rellena de sedimentos con tamaños medios D<sub>50</sub> del orden de 0,20 mm, características sedimentarias similares se presentan en la sección Oeste de la Playa de Merón, aunque, por otro lado, se observan afloramientos rocosos a partir de calados relativamente someros.



Imagen 3: Zonificación esquemática de los fondos.

**4. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA**

Tras haber valorado las dos posibles ubicaciones del puerto, las cuales se presentan en el ANEJO SOLUCIÓN ADOPTADA, tanto en el exterior como en el interior de la ría, en el presente proyecto se desarrollará la Alternativa 3 de las alternativas planteadas por el IH Cantabria en el estudio posterior “Diseño del puerto deportivo de San Vicente de la Barquera”, en el que se exploran nuevas posibilidades de ubicación del Nuevo Puerto Deportivo. Esta alternativa en concreto, contempla la ubicación del puerto en el exterior, en la ensenada formada por las peñas mayor y menor y la Punta de la Silla.

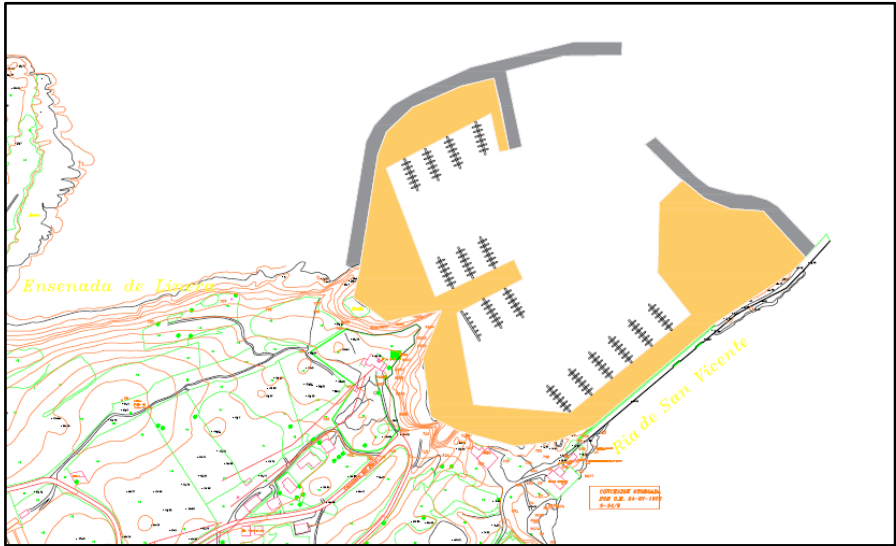


Imagen 4: esquema en planta de la alternativa

La citada alternativa consiste en la construcción de un dique de abrigo de 350 m de largo que parte de la Punta de la Silla, un contradique de 150 m, perpendicular al actual Dique C. De esta forma, el puerto deportivo puede albergar más de 500 embarcaciones, con una superficie de tierra útil de 20.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente. Esta configuración presenta varias ventajas, entre otras, mantiene totalmente independiente el puerto deportivo del pesquero y reduce al mínimo las afecciones a la dinámica sedimentaria, ya que la configuración actual de la desembocadura ha quedado intacta. Adicionalmente, al mantenerse los diques actuales, se aprovecha la comunicación que éstos ofrecen para acceder a la zona de tierra adyacente a las Peñas Mayor y Menor.

**5. NIVEL DEL MAR**

Se tiene como base el estudio de clima marítimo del “Estudio de la funcionalidad y propuesta de alternativas de mejora del Puerto de San Vicente de la Barquera”, realizado en 1996 por la Universidad de Cantabria para la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Cantabria, en el que se efectuó una caracterización del oleaje que llega a San Vicente de la Barquera.

La información necesaria para la definición de los regímenes medio y extremal de niveles de mar se ha obtenido del mareógrafo de Santander, dada la relativa proximidad a la zona de estudio. Con ello, se obtiene un nivel del mar de estudio de 5 m.



Marea meteorológica	4.5
Marea astronómica	0.08
Agrupación de olas	0.25
Rotura del oleaje	0.17
Nivel del mar	5

Imagen 5: Nivel del mar de estudio en metros (m)

Para ello, se ha tenido en cuenta también la rotura del oleaje con una altura significativa mínima de 1 m para que sirva de aplicación a todas las secciones de estudio de las obras de abrigo. Su obtención se detalla en el ANEJO ESTUDIO DEL NIVEL DEL MAR.

6. OLEAJE

En el Anejo “ESTUDIO HIDRODINÁMICO”, dedicado al clima marítimo, se analizan con detalle las distintas funciones de distribución del oleaje, tanto el extremal como el medio anual, en profundidades indefinidas y en las proximidades de la desembocadura de la Ría.

Partiendo de las distintas fuentes de datos de oleaje en la zona, se presentan los regímenes de oleaje en profundidades indefinidas. A continuación, se presentan los regímenes de oleaje propagado en las inmediaciones de la desembocadura, en particular en la ensenada formada al oeste del dique de cierre entre Peña Mayor y Menor, Punta del Castillo y de la Silla.

Para la construcción del dique se emplearán las propagaciones de los puntos que a continuación se muestran, ya que para cada uno de ellos se tienen los parámetros de la distribución de Gumbel de máximos, obteniéndose las correspondientes alturas de ola significantes:

PUNTO	1	PUNTO	2	PUNTO	3
F	0.991	F	0.991	F	0.991
lamda	5.74	lamda	6.2834	lamda	6.648
beta	0.083	beta	0.0968	beta	0.1153
Hs (m)	6.13	Hs (m)	6.74	Hs (m)	7.19

Imagen 6: Resultados de las alturas de ola significantes para el cálculo

La elección de estos puntos y el cálculo queda detallado en el ANEJO DIMENSIONAMIENTO.

7. DIMENSINAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO

Con el fin de garantizar la funcionalidad y seguridad del Nuevo Puerto Deportivo Exterior de San Vicente de la Barquera, será necesaria la construcción de nuevas obras de abrigo.

Previo al dimensionamiento, se recopilan una serie de datos, tales como el carácter general de la obra y el periodo de retorno, que definirán las características a cumplir por el puerto deportivo en cuestión, las cuales se deberán verificar a la hora del dimensionamiento de las obras de abrigo. Todo ello se detalla en el ANEJO DIMENSINAMIENTO, obteniéndose los siguientes resultados:

- Vida útil mínima: 25 años.
- Probabilidad de fallo: 0,2.
- Operatividad mínima: 0,99.

Para el diseño de toda estructura necesitamos: altura de ola, periodo y profundidad. Con los datos ya recopilados según los índices que caracterizan el carácter general de la obra, para una probabilidad de fallo PF=0,2, se puede proceder al cálculo del periodo de retorno, para así poder determinar la altura de ola para el dimensionamiento del puerto. El periodo de retorno será de 112,58 años.

Para el dimensionamiento de las obras de abrigo, se ha optado por una tipología de dique en talud. Se trata de un conjunto formado por piezas individuales sin trabazón entre sí, formando una montaña sumergida. Se trata de una estructura mixta, puesto que disipa, refleja y transmite, a través del núcleo o bien por la parte superior, lo que se denomina rebase.

El dique exterior cerrará el puerto hacia la cara Norte, proviniendo el oleaje predominante de esa dirección. Por lo tanto, es necesario un dique que proteja las dársenas de la energía de dicho oleaje, de forma que sea impermeable a la energía de onda corta. Esto se consigue conformando el núcleo del dique de un material todo uno de cantera sin finos. Los taludes en la cara expuesta al oleaje serán de 2H:1V, pudiendo ser más inclinados en el interior, de hasta 1.5H:1V. Todas las estructuras se han diseñado como diques en talud en ambas caras, con mantos de escollera y bloques de hormigón, núcleo de todo uno de cantera sin finos y un espaldón de hormigón.

Con ello, se obtienen las siguientes secciones características en el dique, siendo la sección 3 la más cercana al morro del dique, y la sección 1 la más cercana a tierra:



Punto 1:

Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	11005	1,7	3,4	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	950	0,7	1,5	Escollera (400-1500 Kg)
Interior	100	0,4	0,7	Escollera (100-400 Kg)

Punto 2:

Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	16129	1,9	3,8	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	2750	1,1	2,1	Escollera (1500-4000 Kg)
Sec. Exterior 2	250	0,5	1,0	Escollera (100 -400 Kg)
Interior	100	0,4	0,7	Escoller(100-400 Kg)

Punto 3:

Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	31391	2,4	4,8	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	2750	1,1	2,1	Escollera (1500-4000 Kg)
Sec. Exterior 2	250	0,5	1,0	Escollera (100-400 Kg)
Interior	250	0,5	1,0	Escollera (100-400 Kg)

Imagen 7: Resultados de espesores de capas y materiales para las secciones del dique

Así mismo, para dichos puntos se ha obtenido la cota de coronación del espaldón, la altura de ola será la altura de ola máxima que tiene una probabilidad de ser superada en la vida útil igual a la probabilidad de fallo del dique. Puesto que los diques se sitúan a una baja profundidad, dicha situación de cálculo se dará a menudo, ya que como ya se ha comprobado la altura de ola queda limitada por la rotura. Por lo tanto, se procede al dimensionamiento de la cota de coronación a partir del ascenso de la ola máxima en rotura.

Punto	Hb	Lo	Au	Bu	Ru	Cota
1	5.81	409.75	1.05	-0.67	5.73	10.70
2	6.60	409.75	1.05	-0.67	6.43	11.40
3	8.24	500.26	1.05	-0.67	8.01	13.00

Imagen 8: Resultados de la cota de coronación del espaldón en las diferentes secciones del dique

A continuación se muestra un esquema de las secciones tipo obtenidas. Se encuentran definidas con más detalle en el documento Nº2 PLANOS.

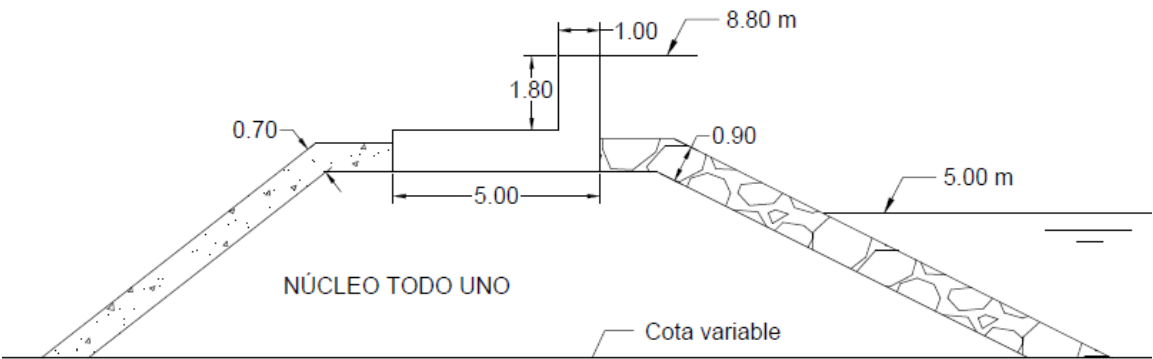


Imagen 9: Dimensinamiento del punto 1 del dique.

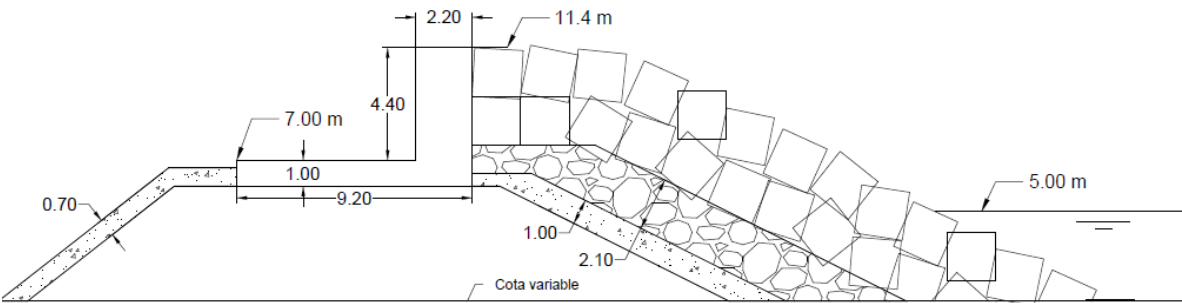


Imagen 10: Dimensinamiento del punto 2 del dique.

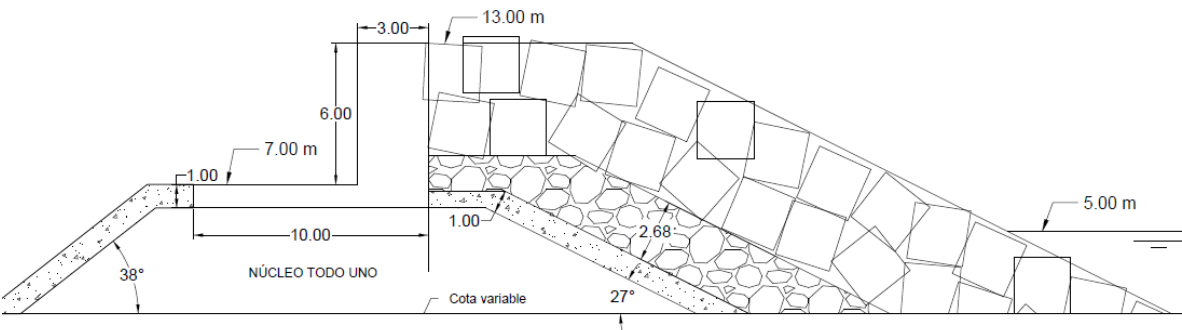


Imagen 11: Dimensionamiento del punto 3 del dique.

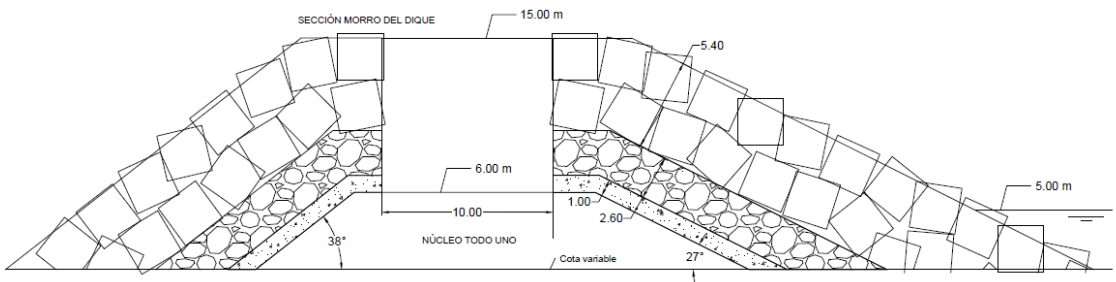


Imagen 12: Dimensionamiento del morro del dique.

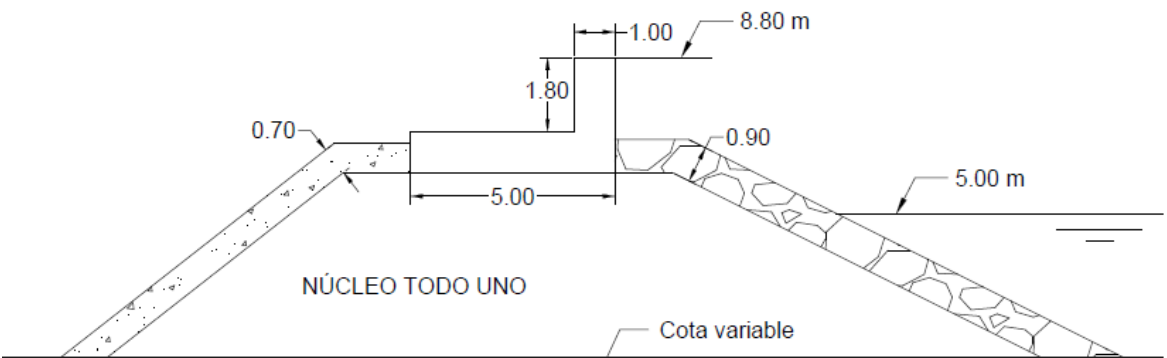


Imagen 13: Dimensionamiento del dique interior

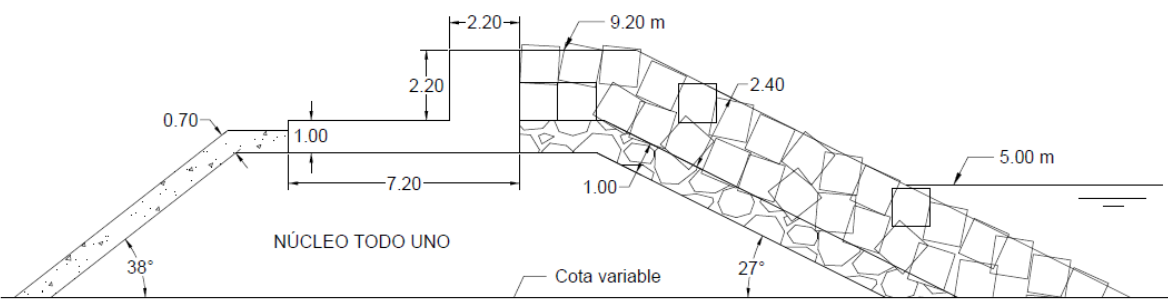


Imagen 14: Dimensionamiento del contradique

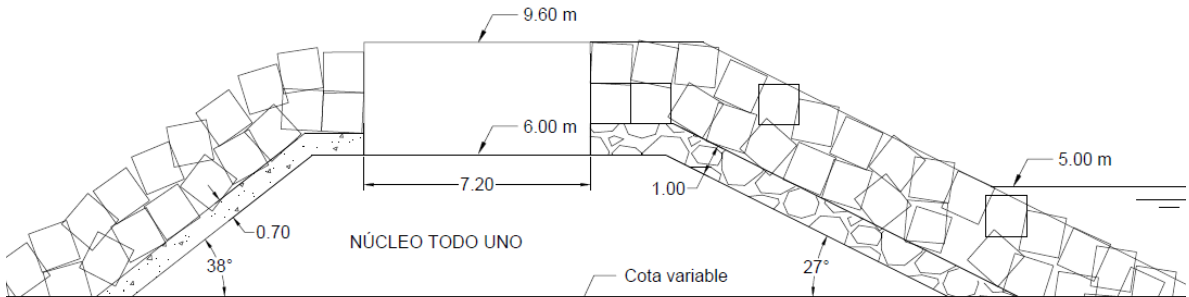


Imagen 15: Dimensionamiento del morro del contradique

## 8. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, a los efectos previstos en el artículo 25 de la Ley, el grupo de aplicación con sus correspondientes subgrupos será el siguiente:

Grupo F) Marítimas

- Subgrupo 3: Bloques de hormigón.
- Categoría 6.

## 9. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se considera oportuno proponer un plazo de 2 años para la ejecución de la totalidad de las obras que abarca el proyecto, dado su volumen económico y las características de las mismas.

## 10. PRESUPUESTO

El presupuesto total de ejecución material de las obras, incluido el de Seguridad e Salud en el trabajo, asciende a la cantidad de 20.139.718,15 €.

Incrementando este importe en el 13% en concepto de gastos generales de la Empresa, gastos financieros, cargas fiscales, tasas de la Administración legalmente establecidas y demás derivados de las obligaciones del contrato; en el 6% de beneficio industrial y en un 16% en concepto de impuesto sobre valor añadido (I.V.A.), se obtiene el Presupuesto General de ejecución de las Obras por Contrata que asciende a la cantidad de 28.999.180,17 €.



**11. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO**

## DOCUMENTO Nº1- MEMORIA

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- ANEJOS A LA MEMORIA
  - ANEJO Nº1-ANTECEDENTES HISTORICOS
  - ANEJO Nº2-ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS
  - ANEJO Nº3-LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
  - ANEJO Nº4-ESTUDIO SOCIOECONÓMICO
  - ANEJO Nº5-OBJETO DEL PROYECTO
  - ANEJO Nº6-BATIMETRÍA Y MORFOLOGÍA
  - ANEJO Nº7-GEOLOGIA Y GEOTECNIA
  - ANEJO Nº8-NIVEL DEL MAR
  - ANEJO Nº9-ANÁLISIS HIDRODINÁMICO
  - ANEJO Nº10-CÁLCULO DE LA COTA DE CORONACIÓN
  - ANEJO Nº11-DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO
  - ANEJO Nº12-DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE AMARRE
  - ANEJO Nº13-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
  - ANEJO Nº14-REVISION DE PRECIOS
  - ANEJO Nº15-CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
  - ANEJO Nº16-PLAN DE OBRA
  - ANEJO Nº17-ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
  - ANEJO Nº18-SISMICIDAD
  - ANEJO Nº19-ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
  - ANEJO Nº20-ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## DOCUMENTO Nº2-PLANOS

- LOCALIZACIÓN
- SITUACIÓN ACTUAL
- VISTA EN PLANTA
- UBICACIÓN EN PLANTA DE LAS SECCIONES

- PERFILES LONGITUDINALES
  - DIQUE
  - CONTRADIQUE
  - DIQUE INTERIOR
- SECCIONES TIPO
  - SECCIÓN 1
  - SECCIÓN 2
  - SECCIÓN 3
  - MORRO DEL DIQUE
  - DIQUE INTERIOR
  - CONTRADIQUE
  - MORRO CONTRADIQUE

## DOCUMENTO Nº3-PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## DOCUMENTO Nº4-PRESUPUESTO

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº1
- CUADRO DE PRECIOS Nº 2
- PRESUPUESTO

En Santander, Septiembre de 2018

El autor del proyecto

Judit Hoyos Cordero



## ANEJOS A LA MEMORIA



## ÍNDICE DE ANEJOS

---

ANEJO Nº1: Antecedentes históricos y administrativos.

ANEJO Nº2: Localización geográfica.

ANEJO Nº3: Situación actual.

ANEJO Nº4: Objeto del proyecto.

ANEJO Nº5: Estudio socio-económico.

ANEJO Nº6: Estudio climatológico.

ANEJO Nº7: Geología y Geotecnia.

ANEJO Nº8: Estudio Topobatimétrico.

ANEJO Nº9: Estudio del Nivel del Mar.

ANEJO Nº10: Estudio hidrodinámico.

ANEJO Nº11: Necesidades funcionales.

ANEJO Nº12: Descripción de las alternativas.

ANEJO Nº13: Solución adoptada.

ANEJO Nº14: Dimensionamiento de las obras de abrigo.

ANEJO Nº15: Replanteo.

ANEJO Nº16: Estudio de impacto ambiental.

ANEJO Nº17: PLAN DE OBRA

ANEJO Nº18: Clasificación del contratista.

ANEJO Nº19: Justificación de precios.

ANEJO Nº20: Presupuesto para conocimiento de la administración.



## ANEJO Nº1: ANTECEDENTES





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN..... 3

2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS ..... 3

1.1 Historia del Puerto ..... 4

3 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS ..... 5

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Muralla y castillo de San Vicente de la Barquera. .... 3

Imagen 2: Sello de San Vicente de la Barquera..... 3

Imagen 3: Captura histórica del Puerto de San Vicente de la Barqura ..... 5



## 1 INTRODUCCIÓN

La construcción del nuevo puerto deportivo de San Vicente de la Barquera se encuentra en la localidad que lleva el mismo nombre, perteneciente a la comunidad autónoma de Cantabria. El municipio de San Vicente de la Barquera limita con los municipios de Valdáliga, Herrerías y Val de San Vicente.

Su principal actividad económica es el turismo, por lo que la construcción de un nuevo puerto deportivo con más capacidad que el actual favorecería que aumentara el flujo de visitantes.

## 2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La historia de San Vicente de la Barquera nace en la Edad del Bronce, de la cual se han encontrado vestigios, como el Yacimiento megalítico de El Barcenal. Además, se cree que durante el largo periodo de la dominación romana San Vicente fuera Portus Vereasueca, elegido por su magnífica posición topográfica junto a la bahía, formada por un doble brazo de mar que bordea el emplazamiento.

Se puede conjeturar, a la espera de la certidumbre que la arqueología pueda aportar sobre el pasado prehistórico de la villa, el abandono costero de los pobladores de las primeras centurias ante las incursiones de los pueblos bárbaros, la posible destrucción por los hérulos en sus devastadoras correrías por la costa cántabra en el siglo V y el poblamiento medieval, que iba a consistir en la repoblación y fortificación atribuida al primero de los reyes del naciente Reino Astur Leonés, Alfonso I, entre 730-756.

Algunos autores indentifican Evencia como poblamiento de San Vicente en la España romana, y suponen que el puerto de Apleca, con referencias del año 1068, corresponde a San Vicente, ya que el nombre del santo mártir aragonés que hoy perdura en la villa no aparece hasta los albores del siglo XIII.

En los inicios de la Reconquista, Alfonso I, rey de Asturias repuebla San Vicente y se construye a mediados del siglo VIII una pequeña fortificación en el lugar donde se halla el Castillo del Rey, alrededor del cual fue creciendo la Villa. Desde su comienzo tomó un carácter pesquero, debido a la riqueza de la ría y las posibilidades del mar.



Imagen 1: Muralla y castillo de San Vicente de la Barquera.

Varios siglos más tarde, el 3 de abril de 1210 Alfonso VIII de Castilla otorga a San Vicente de la Barquera el privilegio de villazgo, concediéndole el mismo fuero que a San Sebastián por su relevancia como puerto pesquero. En este período comienza a desarrollarse el auge económico de San Vicente de la Barquera.

San Vicente de la Barquera fue la última de las Cuatro Villas de la Costa— Castro Urdiales, Santander, Laredo y la propia Villa— a la que Alfonso VIII otorgó el fuero. Fueron lugares privilegiados. De hecho, sólo en estos cuatro enclaves de Cantabria se construyeron murallas que protegieran las urbes y desde donde la tropa pudiera salvaguardar los importantes puertos. Los Reyes Católicos, en el siglo XIV, crearon una nueva figura legal, el Corregimiento de las Cuatro Villas, que otorgó a las ciudades una cierta independencia y privilegios del poder central, así como autoridad sobre las zonas cercanas de tierra adentro.

Cantabria es tierra de marineros y es desde donde se pensó que debía iniciarse la expansión comercial del reino por Europa. De hecho, de aquellos muelles salieron barcos que fueron a pescar a las tierras altas, las que entonces estaban al norte infinito, en Terranova. La importancia de esta hermandad se puede comprobar al mirar el actual mapa autonómico. La región cántabra corresponde casi con toda la línea de costa que va desde San Vicente a Castro Urdiales. Fue dicho comercio marítimo y los derechos de pesca los que hicieron posible el auge. Como elemento más significativo de la preferente actividad pesquera de la villa, destaca el hecho de que su sello municipal, datado del siglo XIV, está configurado por una nave con un solo mástil en el centro.



Imagen 2: Sello de San Vicente de la Barquera



Las primeras normas de la cofradía de marineros datan de 1330, según las cuales se ocupó de todo lo concerniente a la pesquería y comercialización: regulación de costeras, establecimiento de sistemas de auxilio y seguridad en la mar, elección de cofrades y el control de la vida municipal. La documentación fiscal prueba el peso específico de la pesca en la economía de la villa y la mayor importancia que, a fines de la Edad Media, tenía la actividad comercial y pesquera de San Vicente, frente a las otras cillas de la costa de Cantabria.

La crisis de San Vicente se produjo en los albores de la Época Moderna, siendo detonantes los incendios de 1484 y 1563, así como las epidemias de peste de finales del XV y la del año 1597. Es a partir del último incendio cuando se cree que se construyó la muralla de La Amparanza como medio de protección.

Los puentes fueron objeto de sucesivas reparaciones, construyéndose el de La Maza a finales del <sup>siglo</sup> XVI, y el de Tras San Vicente en 1799.

Participó en la formación de la ordenanza para la unión de los distritos en 1727 y acudió a las Juntas de Puente San Miguel, interviniendo en la formación de las Ordenanzas de la provincia de Cantabria (1779). La decadencia económica de la villa continuó con los últimos Austrias y los Borbones, de forma que en el año 1753 tenía tan solo 600 habitantes, decayendo por lo tanto también la industria pesquera y el comercio portuario.

Se constituyó como ayuntamiento constitucional en 1822. En un primer momento, formó parte del partido judicial de Comillas. A partir de 1835 tuvo partido judicial propio, pero que no abarcaba la zona de Liébana, como sí ocurre actualmente desde hace unos cuantos años.

Desde el punto de vista monumental, lo más valioso es la Puebla Vieja, declarada Conjunto Histórico en 1987. Esta puebla Vieja es el origen altomedieval de la villa y se trata de una lengua de tierra entre los dos brazos de la ría. En ella se encuentran los principales monumentos de San Vicente de la Barquera, como son los restos de las murallas que rodeaban dicho brazo de terreno, el castillo del Rey, la iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles, las ruinas del Hospital de la Concepción y el edificio del Ayuntamiento (viejo Palacio de los Corro).

### 1.1 Historia del Puerto

La importancia del Puerto de San Vicente de la Barquera data de la España romana, con referencias documentales del año 1068. En el <sup>siglo</sup> XII los pescadores de San Vicente participaban en la captura de ballenas y el comercio burgalés exportaba por su puerto.

Entre los siglos XIII y XV se vivió un importante comercio con Levante y había una destacada industria de construcción de naves. A partir de 1210, tras otorgarle el fuero a los pobladores de la villa, se fomentó el comercio marítimo y se obtuvieron los derechos de pesca en un territorio exclusivo.

En el <sup>siglo</sup> XVI, San Vicente era el único puerto habilitado para la importación y exportación de mercancías de toda la parte occidental de Cantabria. En este sentido, el puerto de San Vicente de la Barquera presenta una ubicación privilegiada, siendo el puerto más importante entre Santander y Lastres (Asturias).

El declive del puerto surgió a partir de distintas crisis económicas, incendios y epidemias, para finalizar con la ocupación francesa de 1808, en la que el puerto quedó cegado y abandonado. No es sino hasta finales del <sup>siglo</sup> XIX y principios del XX que San Vicente recupera su importancia pesquera, con la inversión del Estado para construir diferentes estructuras de mejora.

En 1860, la configuración de la ría comprendía la desembocadura, flanqueada al Norte por el Monte Boria, Punta de la Espina, Punta del Castillo y las Peñas Mayor y Menor, y al Sur por el Arenal del Merón. Existía un pequeño muelle en la Barquera, y el puerto principal estaba en las proximidades del arranque del Puente Nuevo, donde hoy se encuentra el muelle antiguo comercial, y en el lugar denominado La Cabaña, en pleno centro de San Vicente.

El primer proyecto de mejora del puerto se realiza en 1912, y consistía en cerrar el espacio entre Punta del Castillo y Peña Mayor, así como entre Peña Mayor y Peña Menor. El muro de cierre consistía en un dique vertical fabricado con sacos de cemento, bloques de hormigón y relleno de mampostería. El muro se elevaba 7,5 m sobre el nivel de bajamar media viva equinoccial, e incluía un pretil con botaolas de 3 m de altura. Se trataba de un dique de 200 m de largo, anchura de 8 m y rumbo N50ºE. El muro entre Peña Mayor y Menor era más sencillo, realizado con los mismos materiales, elevado 8 m por encima del nivel de bajamar, a diferencia de que no disponía de pretil y contaba con una longitud de 54 m y una anchura de 5 m, con una orientación N43.5ºE.

En 1948 se presentaron los proyectos de terminación de las obras, con las secciones finales de ambos diques más un tercero, construido en 1932, sin pretil, de 47 m de longitud y la misma orientación que el segundo dique comentado. Este nuevo dique contaba además con un morro semicircular.

En 1929 se presentan proyectos para solucionar los aterramientos. Para mejorar las condiciones de navegabilidad en la entrada se presentó un proyecto de dragado del canal de acceso, iniciándose los trabajos en 1933.



Imagen 3: Captura histórica del Puerto de San Vicente de la Barquera

Debido al oleaje, se produce el arrastre de arenas de la playa, lo que da lugar a la construcción de un espigón de encauzamiento siguiendo un trazado paralelo a los diques de abrigo para así evitar la dispersión de la arena. Se propone en un inicio de una longitud de 768 m y sección trapezoidal de escollera, aunque finalmente se redujo a 704 m de longitud y se dispusieron bloques de hormigón en el morro, quedando definido por cuatro alineaciones. Se realizaron también una serie de obras complementarias, como la Rampa Varadero, de 1931 y reconstruida en 1951, donde toma la configuración que tiene actualmente, con una pendiente del 7% y capacidad para elevar barcos de hasta 100 toneladas.

En 1933 comienzan las obras de dragado del canal principal de navegación, desde la barra hasta el puerto, con una anchura de 70 m. El vertido del dragado se aprovechó para realizar una ampliación del puerto. Hasta 1995 se realizaron sucesivos dragados.

Además de las ya citadas, otras obras complementarias realizadas a lo largo del siglo XX fueron:

- Muelle en L frente al barrio de la Barquera (1948).
- Relleno de la Marisma Oeste (1954).
- Ampliación del muelle antiguo (1957).
- Recrecimiento del dique de encauzamiento (1980).
- Extensión del muelle antiguo (1980).
- Recrecimiento e impermeabilización del dique de encauzamiento (1996).

Sin embargo, en parte debido a la limitación de las comunicaciones terrestres, a la importancia comercial del Puerto de Santander y al desarrollo tecnológico de las embarcaciones mercantes, que el puerto de San Vicente de la Barquera nunca recupera su estatus.

En cuanto a las instalaciones terrestres, el puerto de San Vicente de la Barquera cuenta con las siguientes:

- La ya mencionada Rampa Varadero, se encuentra al sur del muelle antiguo, ocupando una superficie total de 1.910 m<sup>2</sup>, con 20 metros de ancho y 70 m de largo. Aunque tiene dos juegos de carriles, tan solo dispone de un carro de varado para barcos de hasta 100 toneladas. Existe además otra rampa varadero al Norte del muelle antiguo, aunque apenas se emplea dada su antigüedad.
- Lonja de pescado: se ha construido una nueva en el muelle pesquero. Cuenta con una superficie de 1.500 m<sup>2</sup> distribuidos en cuatro plantas.
- Fábrica de hielo edificada en la primera parcela del muelle pesquero nuevo, con capacidad para producir hasta 20 toneladas diarias en invierno y 15 toneladas en verano. Cuenta con un frigorífico que tiene tres cámaras de congelación, con una capacidad de 150 m<sup>3</sup>.
- Surtidor de gasoil situado sobre el muelle antiguo, próximo a la rampa varadero.
- La grúa se encuentra en la zona de servicio del muelle nuevo. Con capacidad de 5 toneladas, aunque existe otra más pequeña para la descarga del pescado en el extremo oeste de la zona de servicio del muelle nuevo.
- Básculas: una para los camiones que desembarcan la pesca y otras dos en el interior de la lonja para la subasta y venta del pescado.
- Hay tres áreas descubiertas: la zona de servicio a lo largo del muelle pesquero nuevo, la del muelle antiguo o comercial, y en torno a 27.575 m<sup>2</sup> ganados con material extraído del dragado del puerto en la marisma oeste, además de 2.500 m<sup>2</sup> para el secado de redes.

El área total de las zonas inundables en la Ría de San Vicente, incluyendo la desembocadura, las marismas de Pombo y Rubín, es de 3.784.440 m<sup>2</sup>. El área de la marisma, planicies de inundación y bajos arenosos supera los 1.500.000 m<sup>2</sup> y en bajamar se mantiene inundada un área que no excede el millón de metros cuadrados. De toda esa extensión, puede considerarse como área marítima empleada para las actividades del puerto la zona comprendida entre la desembocadura, el muelle nuevo, el muelle viejo, las inmediaciones de la rampa varadero y en el Caño del Pera, del Puente Nuevo hasta unos 300 metros aguas arriba del mismo. El área total se puede estimar en 140.000 m<sup>2</sup>.

Como instalaciones marítimas, cuenta con El Muelle Pesquero de casi 250 metros de longitud, situado al Norte de la Bahía, en el Barrio de la Barquera. Su calado varía en bajamar de 2.5 a 3.5 metros, que se mantienen dragando. Convencionalmente se reservan unos 86 metros de muelle para la descarga de pescado en el extremo más próximo a la lonja, y se deja el resto para atraque. El muelle antiguo o Comercial, situado en la Villa de San Vicente y con 125 metros de longitud y calado artificial de 2 a 3 metros.

### 3 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

San Vicente de la Barquera fue la última de las Cuatro Villas de la Costa— Castro Urdiales, Santander, Laredo y la propia Villa— a la que Alfonso VIII otorgó el fuero. Fueron lugares privilegiados, con comercio marítimo y derechos



de pesca, que hicieron posible el auge de la villa. Los Reyes Católicos, en el siglo XIV, crearon una nueva figura legal, el Corregimiento de las Cuatro Villas, que otorgó a las ciudades una cierta independencia y privilegios del poder central, así como autoridad sobre las zonas cercanas de tierra adentro.

El declive del puerto surgió a partir de distintas crisis económicas, incendios y epidemias, para finalizar con la ocupación francesa de 1808, en la que el puerto quedó cegado y abandonado. No es sino hasta finales del siglo XIX y principios del XX que San Vicente recupera su importancia pesquera, con la inversión del Estado para construir diferentes estructuras de mejora. Entre ellas destacan las siguientes:

- Obras de dragado de mantenimiento a lo largo del canal de acceso y en las proximidades de los muelles pesqueros, realizadas hasta el año 1550.
- Obras de mejora, mantenimiento y adecuación generales realizadas en todas las estructuras del puerto.
- Construcción de un espigón de encauzamiento en la margen derecha de la desembocadura.
- Construcción de los diques de cierre en la margen izquierda de la desembocadura.

Gracias a dichas mejoras, el siglo XX representa la recuperación de la importancia pesquera de la villa de San Vicente de la Barquera.



## ANEJO 2: LOCALIZACIÓN

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN: .....	3
2.	MARCO REGIONAL: CANTABRIA .....	3
3.	MARCO LOCAL: SAN VICENTE DE LA BARQUERA: .....	4

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1: Localización de Cantabria en el mapa.....	3
Imagen 2: Collados del Ansón, Cantabria .....	3
Imagen 3: vista aérea de la Bahía de Santander .....	3
Imagen 4: localización San Vicente de la Barquera .....	4





## 1. INTRODUCCIÓN:

El proyecto del puerto a desarrollar se sitúa en el pueblo San Vicente de la Barquera, situado en el municipio Cántabro de San Vicente de la Barquera.

## 2. MARCO REGIONAL: CANTABRIA

Cantabria es una comunidad autónoma española uniprovincial, situada en la parte septentrional de la península Ibérica. Limita al este con el País Vasco (provincia de Vizcaya), al sur con Castilla y León (provincias de León, Palencia y Burgos), al oeste con el Principado de Asturias y al norte con el mar Cantábrico. La ciudad de Santander es su capital y localidad más poblada. Tiene una fuerte vinculación histórica con el Ducado de Cantabria, las Asturias de Santillana, la Hermandad de las Cuatro Villas, la provincia de los Nueve Valles y la provincia de Santander.



Imagen 1: Localización de Cantabria en el mapa

Cantabria está situada en la cornisa Cantábrica, nombre dado a la franja de tierra existente entre el mar Cantábrico y la cordillera Cantábrica, en el norte de la península ibérica. Posee un clima oceánico húmedo y de temperaturas moderadas, fuertemente influenciado por los vientos del océano Atlántico que chocan contra las montañas. La precipitación media es de 1200 mm, lo que permite el crecimiento de frondosa vegetación. Su mayor elevación se localiza en el pico de Torre Blanca (2619 metros). La comunidad está compuesta por 102 municipios, entre los cuales cuenta con una población total de 580.140 habitantes.

Sin embargo, su población está desigualmente repartida, ya que la industrialización ha provocado fuertes migraciones internas desde las tierras del interior, rurales y montañosas, hacia las zonas industriales y urbanas. Así, Santander cuenta con 180.717 habitantes y Torrelavega, principal núcleo fabril, con 55.477 habitantes.

La comunidad posee una superficie de 5.326 km<sup>2</sup> y sus costas tienen una longitud total de 284 kilómetros. En la comunidad existen tres ámbitos geográficos bien diferenciados: La Marina, La Montaña y Campo, pertenecientes a las cuencas del río Ebro y del Duero.

Dada la presencia predominante de la montaña y su difícil orografía del terreno, se trata de una comunidad de carácter montañoso y costero con un importante patrimonio natural, con un 40% de su superficie situada por

encima de los 700 metros de altitud. Considerando el desnivel de terreno existente, se trata de la cuarta provincia más montañosa de España. Las tres áreas morfológicas mencionadas son, por lo tanto:

- La Montaña: se trata de una larga barrera de montañas abruptas paralela al mar que componen parte de la cordillera Cantábrica. En su mayoría de roca calcárea afectada por fenómenos kársticos y que cubren la mayor parte de Cantabria. Forman valles profundos en disposición norte-sur con fuertes pendientes horadadas por ríos de carácter torrencial, de gran poder erosivo y cortos por la poca distancia entre su nacimiento y su desembocadura. Los valles configuran diferentes comarcas naturales de la región bien delimitadas físicamente por los cordales montañosos: Liébana, Nansa, Saja, Besaya, Pas-Pisueña, Miera, Asón-Gándara, Campoo. Las montañas se presentan más altas a medida que nos desplazamos al sur, con una alineación de crestas que limitan los valles y las cuencas hidrográficas de los ríos Ebro, Duero y aquellos que desembocan en el mar Cantábrico. Por lo general superan los 1500 metros de altitud. También destacan los grandes macizos calcáreos de los Picos de Europa en la zona sur occidental de la región, cuyas cumbres sobrepasan la mayoría 2500 metros y donde es amplia la presencia del modelado glaciar en su geomorfología.



Imagen 2: Collados del Ansón, Cantabria

- La Marina. Una franja costera de valles bajos, amplios y de formas suaves de unos 10 km de ancho cuya altitud no suele superar los 500 metros sobre el nivel del mar y que limita con el mar por medio de una línea de rasas litorales, configurando abruptos acantilados que son rotos por la aparición de desembocaduras de ríos generando rías y playas. En el litoral de la comunidad destaca la bahía de Santander. Por el sur La Marina limita con La Montaña, fijándose la divisoria tradicionalmente en la Sierra del Escudo de Cabuérniga.

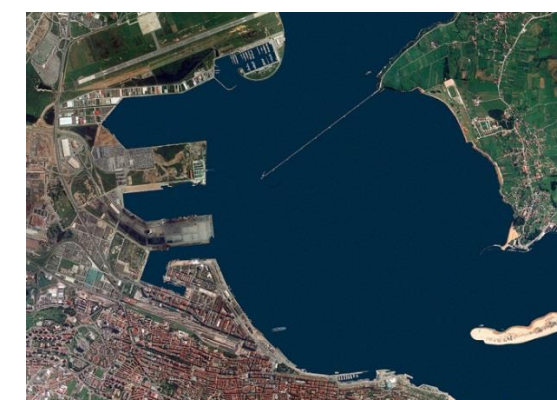


Imagen 3: vista aérea de la Bahía de Santander





- Campoo y los valles del sur. La otra comarca que se diferencia es Campoo, en el extremo sur de Cantabria. Con un clima más continentalizado, presentan un desarrollo óptimo de masas forestales de rebollo (*quercus pyrenaica*) y que se encuentra en un periodo expansivo por el abandono de las tierras agrarias.

En cuanto al clima de la región, debido a la corriente del Golfo Cantabria, tiene unas temperaturas mucho más suaves que a las correspondientes por su latitud. Es por ello que la región cuenta con un clima templado oceánico húmedo, con veranos e inviernos suaves. Las precipitaciones se sitúan en torno a 1200 mm anuales en la costa, aumentando estos valores hasta los 2400 mm en las zonas montañosas.

La temperatura media se encuentra alrededor de los 14°C, siendo la nieve frecuente en las partes más altas de la región entre los meses de noviembre y marzo. En algunos puntos de las montañas que conforman los picos de Europa, por encima de los 2500 m, se mantienen los bancos de nieve durante todo el año.

Los ríos cántabros son cortos, rápidos y poco caudalosos; por lo tanto de pequeña sección. Salvan unas considerables pendientes al estar el mar próximo a su nacimiento en la cordillera Cantábrica. Sus recorridos suelen ser perpendiculares a la costa, a excepción del río Ebro, y poseen un caudal más o menos persistente a lo largo de todo el año motivado por unas precipitaciones por lo general constantes, siendo este de 20 m³/s anualmente, lo que en comparación con otros ríos de la península ibérica es escaso. Debido a la rapidez y las grandes pendientes ya mencionadas, se tratan de ríos con un gran poder erosivo, dando lugar a valles encajados en forma de V.

### 3. MARCO LOCAL: SAN VICENTE DE LA BARQUERA:

San Vicente de la Barquera es un pueblo situado en el municipio del San Vicente de la Barquera. Se localiza prácticamente en el extremo occidental de Cantabria, con una superficie total de 41,5 km², tiene una población de 4173 habitantes (INE 2017), repartidos en nueve localidades y extendiéndose principalmente en la franja litoral. La cota máxima se sitúa en los 332 m.s.n.m., en la zona interior del municipio. Limita con el Mar Cantábrico al norte y con los municipios de Val de San Vicente y Herrerías al oeste y al sur y con Valdágila al oeste y al sur.

Natural de Oyambre, ya citados. El resto de la población se dedica al sector primario (alrededor del 20%), la construcción (un 18%) y la industria (apenas un 7%).

Los accesos a esta localidad mediante carretera, a distancias de Santander de aproximadamente 60 km, son los siguientes:

- Autovía A-8: comunica la villa con las principales ciudades del norte de España.
- N-634: carretera nacional, paralela a la A-8.
- CA-131: carretera comarcal que discurre por toda la costa desde la villa hasta Barreda.
- CA-843: carretera comarcal que comunica la villa con las demás localidades del municipio hacia el interior.

El municipio cuenta además con una estación de tren en la localidad de La Acebosa, y diversas líneas de autobuses que operan tanto desde Santander como desde Gijón, hasta siete veces al día en el caso de



Imagen 4: localización San Vicente de la Barquera en Cantabria

Se trata de un territorio en el que se hace complicado encontrar un espacio donde la naturaleza no haga acto de presencia, condicionante a tener en cuenta a la hora de una correcta gestión de residuos en la zona. El 71,63% del término municipal goza de una especial protección regulada por la Comunidad Autónoma de Cantabria, debido a la importancia del Parque Natural de Oyambre y los LIC (Lugares de Importancia Comunitaria) de Las Rías Occidentales y Duna de Oyambre.

Los dos ríos del municipio son el Escudo y el Gandarilla. El río Escudo nace en la sierra del Escudo de Cabuérniga y después de atravesar Valdágila entra en San Vicente de la Barquera formando la marisma de Rubín. El río Gandarilla nace al sur del municipio de San Vicente y forma la marisma de Pombo. Se unen creando la ría de San Vicente, situándose la capital municipal entre ambas rías.

En cuanto a las playas, ha de mencionarse la pequeña cala de la Fuente, junto a Santillán. Luego están las playas de la capital municipal, amplias y frecuentadas en verano: la de la Maza y el Tostadero. En la parte este del municipio, hasta el Cabo de Oyambre, está la playa de Merón, de más de tres kilómetros, dividida en: El Puntal, El Rosal, Merón, Bederna y Peñas Negras. Y más allá se encuentra la playa de Oyambre.

Es por ello que más de la mitad de la población económicamente activa se dedica al sector terciario, siendo el turismo su principal actividad, que puede explotar gracias a las playas y los lugares de interés, como el Parque

Santander, con un tiempo máximo de 1h 10', y desde Asturias hasta cuatro veces al día con un tiempo estimado de 2h 15'.

El puerto objeto de este proyecto es el más occidental de los puertos de Cantabria. Se trata de un puerto principalmente pesquero, aunque en la actualidad se pueden encontrar embarcaciones de recreo y deportivas a lo largo de la ría. Se encuentra enclavado en la desembocadura de la ría de San Vicente de la Barquera, formada a partir de la unión del Río del Escudo y Brazo Mayor. La mencionada ría abarca una amplia zona de marismas y planicies de inundación debido a la importante carrera de marea existente en esta zona del Mar Cantábrico.

La desembocadura está formada en su margen izquierda por las peñas Mayor y Menor, sobre la que existe un dique que une la Punta del Castillo con las Peñas (410 m), y en su margen derecha por el puntal de la playa de



Merón, protegido por un dique de encauzamiento de escollera, de 704 m de largo en sentido paralelo al dique de la margen opuesta. En la parte más estrecha, la desembocadura presenta 90 m de anchura, con un calado máximo de 5 m en bajamar.



## ANEJO Nº3: SITUACIÓN ACTUAL



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 3

2. MORFOLOGÍA..... 3

2.1. Exterior del Estuario..... 4

2.2. Interior del Estuario ..... 5

3. GEOLOGÍA ..... 6

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Fotografía aérea del término municipal de San Vicente de la Barquera. .... 3

Imagen 2: Cartografía morfológica del exterior del estuario de San Vicente de la Barquera ..... 4

Imagen 3: Leyenda de la Cartografía morfológica ..... 4

Imagen 4: Imagen aérea de detalle del puerto y población de San Vicente de la Barquera ..... 5

Imagen 5: Marisma de Pombo. .... 6



## 1. INTRODUCCIÓN

El municipio de San Vicente de la Barquera está situado al Oeste de la capital regional, con una superficie de 41,5 km<sup>2</sup>, es el penúltimo de los municipios costeros occidentales de Cantabria, de tal forma que más al Oeste únicamente se encuentra el de Val de San Vicente, antes de llegar a Asturias.

El municipio se encuentra limitado al Norte por el Mar Cantábrico, entre la Punta del Fraile (Ensenada de Fuentes) hasta la Ensenada de la Rabia, pasando por la Ensenada de Liñera, Punta de la Silla y del Castillo, Playa de Merón, Punta Peñañtera o del Oeste y Cabo Oyambre (ver Figura 1.1).

El Puerto de San Vicente de la Barquera se encuentra situado en el Municipio de la comarca costera con el mismo nombre. Localizado a 62 km al Oeste de Santander, es el más occidental de los puertos de Cantabria. Es un puerto pesquero, principalmente, aunque en la actualidad se pueden encontrar embarcaciones deportivas y de recreo fondeadas en las proximidades de los muelles y a lo largo de la ría.

Localizado entre los Paralelos 43º 21' 30" y 43º 23' 50" Latitud Norte y los Meridianos 4º 22' 10" y 4º 25' 10" Longitud Oeste, se encuentra enclavado en la desembocadura de la ría del mismo nombre, formada por la unión del Río del Escudo o de Peña Candiles y el Caño del Peral o Brazo Mayor (ver Figura 1.1). La ría de San Vicente, abarca una amplia zona de marismas y planicies de inundación, consecuencia de la importante carrera de marea que se observa en esta zona del Mar Cantábrico.

## 2. MORFOLOGÍA

La desembocadura está formada por las peñas Mayor y Menor, en su margen izquierda, y por el puntal de la playa de Merón, en su margen derecha. En la actualidad existen dos estructuras de protección en ambos lados de la desembocadura (Figura 1.2). Primero, sobre la margen izquierda, se encuentra un dique que une la Punta del Castillo con las Peñas Mayor y Menor, formando un espigón de 410 m de longitud. Segundo, sobre la margen derecha, se encuentra un dique de encauzamiento de escollera que sigue, aproximadamente, la forma del puntal y se extiende, a lo largo de sus 704 m, en sentido paralelo al dique de la margen opuesta.



Imagen 1: Fotografía aérea del término municipal de San Vicente de la Barquera.



## 2.1. Exterior del Estuario

En la parte externa del estuario se distinguen:

- Complejo de desembocadura: Las escolleras en ambas márgenes canalizan el paso de desembocadura y, a su vez, anclan la barrera con la playa expuesta y el complejo dunar.
- Barra de desembocadura. Tiene una morfología muy laxa y pobremente definida con tendencia a una forma arqueada muy alargada, apuntando hacia el Norte. No siempre se genera.
- Paso de desembocadura. Canal de desembocadura (“tidal inlet”) con anchura de 160 m, que se desarrolla en un tramo casi totalmente escollero y confinado con una longitud de unos 625 m. En este paso, se genera una barra longitudinal en forma de bastón adosada al dique occidental.
- Barrera confinante. Formada por la playa de Merón, aunque muy modificada por el dique oriental. El campo dunar inicial (dunas fósiles en la porción interna) de algo más de 200 m de anchura, se amplió considerablemente por migración del conjunto (dunas activas) con motivo de las obras de canalización en el estuario.

El borde externo del campo dunar es claramente erosivo salvo la zona más occidental adosada al dique, donde se aprecia una ligera sedimentación. El margen occidental es el que se ha incrementado de manera más evidente desde la construcción del dique en 1944, con una tendencia progradante muy importante durante los primeros 35 años, mientras que los perfiles central y oriental han tenido una evolución menor, algo más de 150 m de progradación frente a los casi 300 m del perfil oeste.

- Bahía arenosa Se caracteriza por la predominancia de las litologías arenosas, ocupando una superficie casi el doble de la anterior y siendo el delta de flujo el que ocupa algo más de un tercio del total. Se generan una gran variedad de unidades morfosedimentarias y dinámicas.

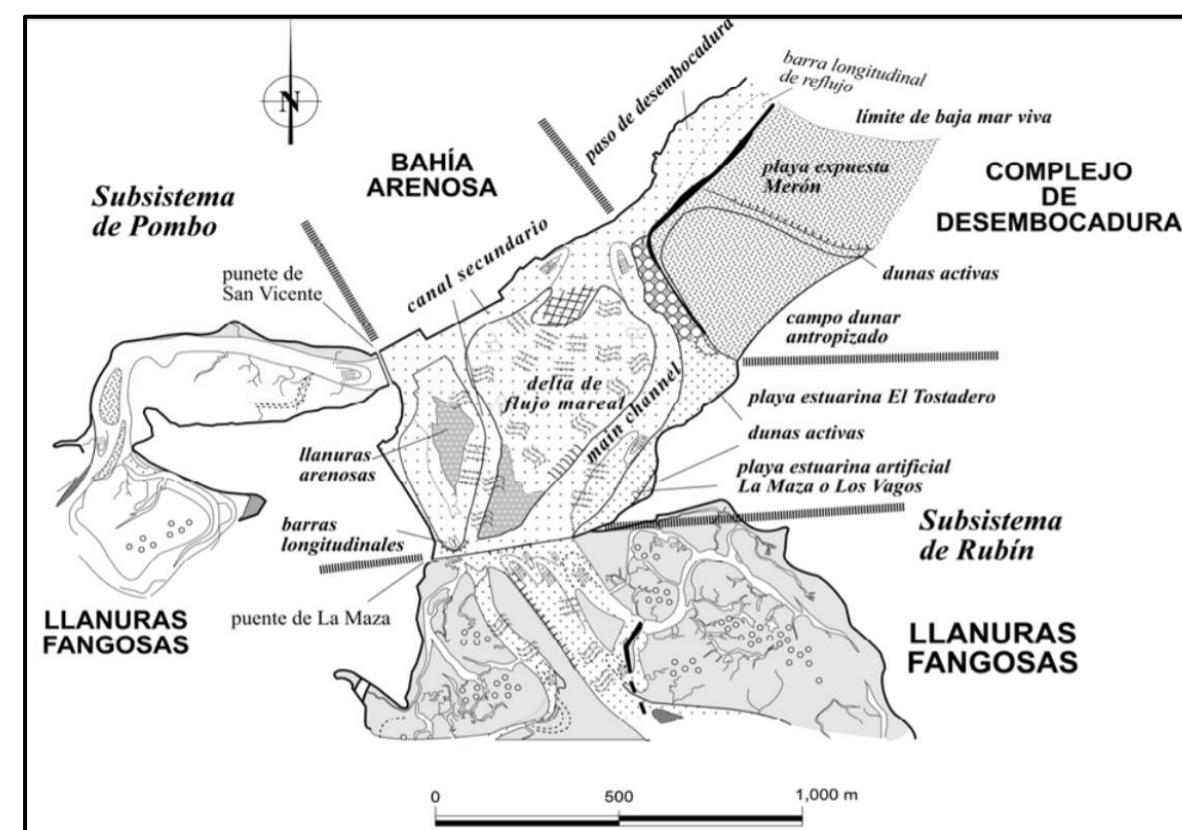


Imagen 2: Cartografía morfológica del exterior del estuario de San Vicente de la Barquera

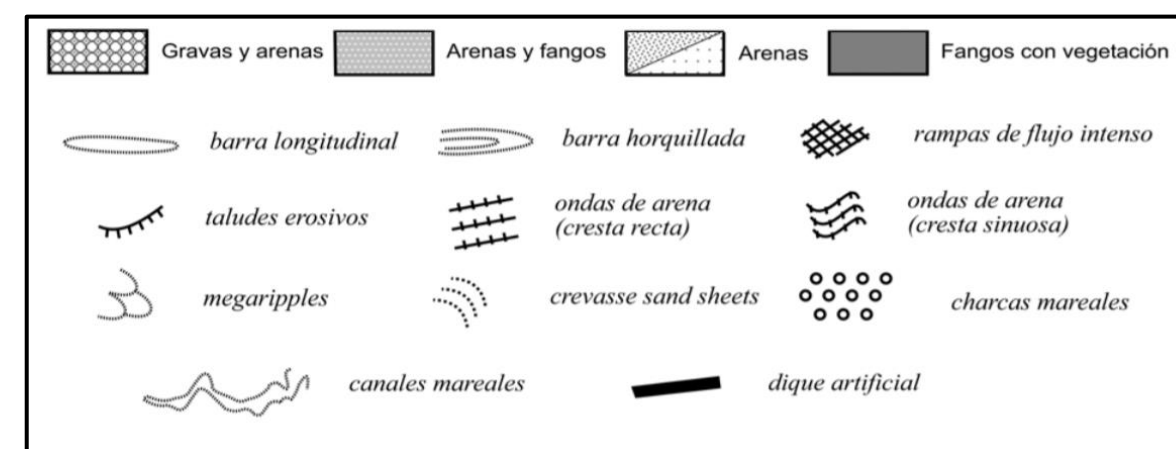


Imagen 3: Leyenda de la Cartografía morfológica





- Canal principal. Ligado directamente al canal fluvial del río Escudo sobre el costado oriental con una baja sinuosidad; se generan numerosas estructuras mayores de lecho, como barras horquilladas, tanto de flujo como de reflujo, y numerosas ondas de arena con cresta recta o sinuosa, en las márgenes, y lechos planos en áreas de mayor flujo.
- Canal secundario. Es un canal menor, que tiene su desarrollo en el costado occidental de la Bahía; su papel es más importante durante las llenantes en que sirve de canal de entrada de agua marina, mientras que durante las vaciantes se comporta como un desagüe fluvial al que se une el del arroyo Gandarilla. Durante pleamares vivas forma parte del movimiento levógiro en toda su extensión sobre la capa de agua superficial (alrededor de 1 m).
- Delta de flujo mareal. Es la estructura arenosa más significativa del estuario, de forma acorazonada en planta y 720 m de longitud, que se sitúa entre los canales principal y secundario. Se desarrollan tres rampas de alto flujo bien diferenciadas que permiten la entrada de corrientes y sedimento durante las llenantes. Su porción más interna se resuelve en una amplia plataforma arenosa, donde se disipa la energía de forma centrífuga desde la rampa en que el flujo se transforma de concentrado a planar.
- Llanuras arenosas. Superficies subplanas en la franja occidental culminadas con numerosos ripples de corriente, que están surcadas por escasos canales mareales menores incipientes. En numerosos sectores, afloran fangos endurecidos que constituyen restos de una antigua llanura fangosa con numerosa infauna.
- Playas y dunas estuarinas. Situadas en la margen oriental de la Bahía, se denominan Tostadero y de los Vagos. Se extienden con anchuras de 125 m y 90 m, respectivamente, desarrollando superficies aplanadas ligeramente inclinadas hacia el canal, marcas tenues de vaivén y porosidad de burbuja en los centímetros superficiales.

## 2.2. Interior del Estuario

Ya en el interior del estuario, se observa un incremento en la anchura de la ría, presentándose:

- al centro el Arenal de En medio
- en el extremo norte el muelle pesquero (junto al Barrio de La Barquera)
- al Oeste el Puente Nuevo, el muelle antiguo o comercial y el poblado de San Vicente al Este la Playa del Tostadero.



Imagen 4: Imagen aérea de detalle del puerto y población de San Vicente de la Barquera

El Puente de la Maza cruza el Caño de Villegas o del Barcenal donde, aguas arriba, se forma la Ría de San Andrés y las Marismas de Rubín, quedando separadas del Río de Peña Candiles, también llamado Río del Escudo (ver Figura 1.3). En esta zona se presenta una gran extensión de marismas, con abundantes canales de marea, que en bajamar dejan aldescubierto amplias superficies de fango y zonas con vegetación de marisma.

El Puente Nuevo cruza el Caño del Peral, también llamado Río de Brazo Mayor, siendo el drenaje principal de las Marismas de Pombo, que se extienden hacia el Occidente por más de dos kilómetros.



*Imagen 5: Marisma de Pombo.*

El área total de las zonas inundables en la Ría de San Vicente de la Barquera, incluyendo la desembocadura, las Marismas de Pombo y de Rubín es de unos 3.784.400 m<sup>2</sup>, el área de marisma, planicies de inundación y bajos arenosos asciende a más de 1.500.000 m<sup>2</sup> y en bajamar se mantiene inundada un área que no excede el millón de metros cuadrados.

El Puerto de San Vicente presenta calados que oscilan entre 2,5 y 3,5 m en bajamar, aunque esta condición cambia rápidamente debido a la propia morfodinámica de la zona.

En la actualidad, prácticamente la totalidad de las maniobras relativas a la pesca se realizan en el muelle pesquero del Barrio de la Barquera, aunque el viejo muelle, enclavado en los límites litorales del poblado de San Vicente de la Barquera (ver Figura 1.2), aun funciona para las labores de avituallamiento de combustible y donde, en ocasiones, también atracan las embarcaciones.

### 3. GEOLOGÍA

Este apartado se ve más detalladamente en el Anejo: Geología y Geotécnica. Sin embargo, a modo resumen y para crearse una imagen global de la localización de la zona de estudio, geológicamente, la zona de San Vicente de la Barquera se caracteriza por un alto contenido de cuarzo, aunque hay que destacar el contenido importante de fragmentos de roca metamórfica. El lecho marino se divide en dos zonas, una al Oeste de la desembocadura de la Ría y la otra al Este. En la primera, el fondo es rocoso, y se caracteriza por su irregularidad con salientes y pequeñas fosas, la pendiente del mismo tiene valores medios de 1:60. En la segunda zona, el fondo es arenoso, y se caracteriza por su regularidad con pendientes que presentan valores medios de 1:70. Frente a la

desembocadura de la Ría se encuentra una gran fosa de origen tectónico, rellena de sedimentos con tamaños medios D<sub>50</sub> del orden de 0,20 mm, características sedimentarias similares se presentan en la sección Oeste de la Playa de Merón, aunque, por otro lado, se observan afloramientos rocosos a partir de calados relativamente someros.





## ANEJO Nº4: OBJETO DEL PROYECTO



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 3

2. EXPOSICIÓN DE MOTIVOS..... 3



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo general del presente estudio es doble:

- Diseñar, tanto desde el punto de vista funcional como estructural, la disposición en planta y las secciones tipo de las obras del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.
- Analizar el efecto que la construcción del futuro Puerto Deportivo pudiera tener en la dinámica litoral del entorno y, en particular, en la estabilidad de la Playa de Merón.

Para alcanzar dicho objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la dinámica marina de la zona de estudio.
- Evaluar la morfodinámica del sistema ría-playa a corto y largo plazo.
- Definir los requerimientos funcionales y estructurales del Puerto.
- Estudiar las diversas alternativas propuestas, en el que se analiza tanto la configuración del puerto, como su emplazamiento.
- Para la alternativa elegida, diseñar la solución en planta de forma que cumpla con los requisitos funcionales.
- Para la alternativa elegida, definir la tipología y secciones tipo de las estructuras de protección de forma que cumplan los requisitos funcionales y estructurales citados anteriormente.
- Determinar las afecciones que la solución propuesta pudiera ocasionar al equilibrio en planta y perfil de las playas adyacentes y en el régimen sedimentario de la ría y plataforma exterior.

## 2. EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

El carácter turístico de la costa de Cantabria plantea la necesidad de potenciar las actividades náutico-deportivas para, de este modo, complementar la oferta que sus playas ofrecen. Esta reflexión de carácter general es especialmente relevante en San Vicente de la Barquera, donde se aúnan la tradición pesquera y la turística. En la actualidad la oportunidad de potenciar dicha tradición es mejor que nunca, debido a la reciente inauguración de la Autovía del Cantábrico, permitiendo comunicar rápidamente San Vicente con los centros urbanos más importantes del litoral cantábrico, así como con infraestructuras aeroportuarias y ferroviarias que comunican con el resto del país y de Europa en general.

Como se mencionó con anterioridad, la ubicación de San Vicente de la Barquera es estratégica desde el punto de vista náutico-deportivo ya que, al ser el único puerto entre Santander y Lastres, representa una escala necesaria para unir el tráfico deportivo que navega a lo largo de la costa cantábrica. Hoy en día este tráfico se ve claramente interrumpido, ya que las dificultades que presenta la entrada y las deficiencias de las instalaciones deportivas lo hacen inadecuado para este tipo de embarcaciones.

Adicionalmente, la inexistencia de un puerto refugio en las inmediaciones, pone de manifiesto la necesidad de mejorar la funcionalidad del puerto, donde se optimicen los recursos del mismo, planteando su expansión y, en general, hacer del Puerto de San Vicente de la Barquera un puerto accesible, seguro y operativo, a lo largo de todo el año, ya sea para embarcaciones pesqueras como deportivas.

Consciente de las deficiencias y necesidades del puerto de San Vicente de la Barquera, la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo encargó, en 1996, un estudio a la Universidad de Cantabria sobre la funcionalidad y propuesta de alternativas de mejora para el puerto de San Vicente de la Barquera. En dicho estudio se efectúa un exhaustivo análisis de las instalaciones actuales y de las necesidades funcionales del actual puerto pesquero.

Como resultado de dicho estudio, se llegó a una serie de conclusiones relativas a la funcionalidad del puerto:



- La flota pesquera se había estabilizado y se esperaba que mantuviera su número y su tamaño a corto y medio plazo (año 2020).
- La flota pesquero-recreativa que permanece todo el año en la ría se estimó que aumente a 275 embarcaciones para el año 2020.
- La flota deportiva que permanece todo el año en la ría se estimó que aumente a 30 embarcaciones para el año 2020. Se estimó que en el periodo estival pueden encontrarse hasta 18 embarcaciones en tránsito.
- Las dimensiones, áreas de agua, longitudes de atraque y áreas terrestres eran suficientes y respondían a las necesidades del puerto pesquero.
- La flota deportiva se encontraba desordenada y mezclada con la flota pesquera, interfiriendo sus actividades mutuamente.
- La flota deportiva carecía totalmente de instalaciones y servicios.
- El puerto se encontraba en una situación privilegiada para recibir embarcaciones deportivas navegando entre Santander y Gijón, ya sea para recibir las en tránsito como en caso de emergencia.
- Las embarcaciones pesquero-recreativas representaban un volumen potencial importante de usuarios que demanda áreas de atraque, carena y servicios.
- Las embarcaciones pesquero-recreativas se encontraban dispersas a lo largo de la ría e interferían con las actividades pesqueras.
- El interior del puerto presentaba un calado suficiente para la navegación y su operación. Se detectó un depósito medio anual de 10.000 m<sup>3</sup> de sedimentos que deberían ser dragados periódicamente para mantener el calado suficiente.
- El material que se sedimenta en el interior del puerto provenía, principalmente, de la Playa de Merón, a través de la desembocadura.
- La desembocadura determinaba las condiciones de navegación y entrada al puerto, así como su operatividad.
- La configuración de la desembocadura permitía que la barra se formara en el interior del canal de acceso y la modificación de la geometría de los diques podría provocar la formación de un bajo exterior que impida el acceso al puerto.

En consecuencia, en el estudio se propusieron una serie de líneas de actuación conducentes a la mejora de la funcionalidad de puerto que consistieran, básicamente en:

- Reordenación de la flota deportiva y pesquero-recreativa. En particular, se propuso emplear un área específica, junto al actual puerto pesquero, para el fondeo de las embarcaciones y dotar de servicios a la flota.
- Mejora del canal de acceso. Se propusieron distintos niveles de actuación, pasando por la simple voladura del bajo del Hombruco, impermeabilización y prolongación del espigón de encauzamiento y, finalmente, el dragado de primera instalación y un programa de dragado de mantenimiento del canal de acceso.
- Construcción de una nueva desembocadura. Se recuperaba la que existía antes de la construcción de los diques de cierre entre Peña Mayor y Peña Menor. La nueva desembocadura quedaría independizada de la Playa de Merón y requería de la construcción de una serie de diques de abrigo que permitiesen acceder al puerto de forma segura.

En resumen, el estudio realizado para la Consejería ponía de manifiesto la necesidad de dotar a la flota deportiva y pesquero-recreativa de un área de fondeo ordenada que satisfaga la demanda de servicios propios de dicha flota. Adicionalmente, se identificó la necesidad de un puerto deportivo en la costa occidental de Cantabria, que permitiera dar continuidad al tráfico de este tipo de embarcaciones, así como proporcionar un área de agua abrigada y segura para embarcaciones que pudieran necesitar de un refugio.

La alternativa de la nueva desembocadura planteaba la posibilidad de crear un área de agua abrigada, empleando para ello la ensenada al oeste de la desembocadura, entre la Punta de la Silla y la Punta del Castillo. A partir de este punto, se planteó la posibilidad de localizar el puerto deportivo de San Vicente en el exterior de la ría, como una alternativa más a la mejora de la funcionalidad actual del puerto.

De este modo, y al objeto de estudiar los diferentes emplazamientos de un puerto deportivo, profundizar en la posibilidad de localizarlo en el exterior de la ría, dotar a la Consejería de criterios de diseño de los diferentes elementos del citado “nuevo Puerto”, así como de analizar la influencia que el mismo pudiera tener en la Playa de Merón, se redacta el presente informe denominado “Asistencia técnica a la redacción del proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera y análisis de la influencia del mismo en la dinámica litoral del entorno”.



## ANEJO Nº5: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. SOCIEDAD .....3

1.1. Origen de la población.....4

1.2. Niveles de instrucción.....4

2. ECONOMÍA.....5

2.1. Distribución de la población activa.....5

2.2. Análisis de la población activa: .....5

2.2.1. Ganadería, agricultura y pesca .....5

2.2.2. Industria .....5

2.2.3. Servicios .....5

2.3. Tasa de paro.....6

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Evolución demográfica de San Vicente de la Barquera..... 3

Imagen 2: gráfico de población a partir de datos relativos del año 2008. Fuente INE. .... 3





## 1. SOCIEDAD

Según los datos del Padrón continuo del INE, de 1986 a 2008 la población municipal se incrementó de 4.448 en 1986 a un primer pico de crecimiento de más de 4.550 habitantes en 1994, para tener un fuerte descenso hasta 1996 a 4.395 habitantes, para volver a crecer a

4.532 habitantes en 2008. Este crecimiento ha tenido un nuevo pico en 2009 de 4.546 habitantes, entrando después en otro periodo de descenso de población.

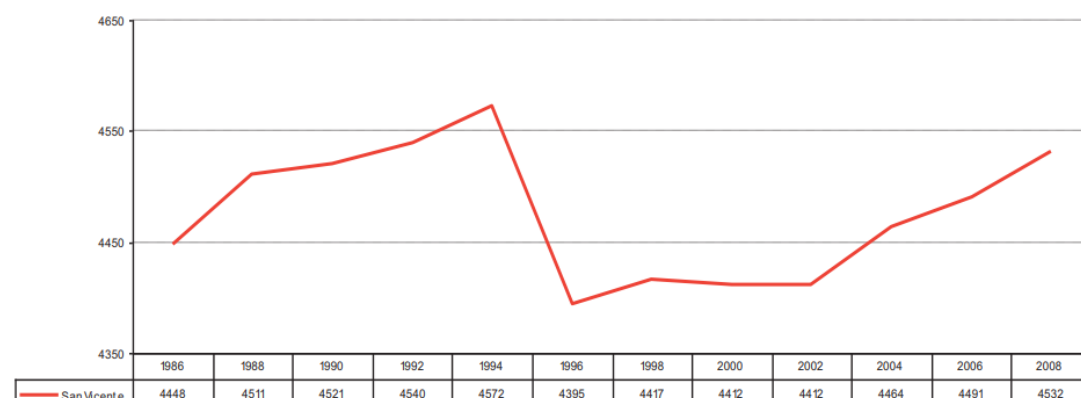


Imagen 1: Evolución demográfica de San Vicente de la Barquera

Por lo tanto, tal como se puede observar en la gráfica, San Vicente de la Barquera presenta una dinámica demográfica positiva, puesto que a lo largo del siglo XX y hasta la actualidad, ha duplicado la población respecto a la del año 1900, cuando el número de habitantes era de 1.769. Sin embargo, a modo de comparación, el crecimiento de los municipios vecinos ha sufrido un marcado carácter de despoblamiento.

El análisis de la población en función de los factores de edad y sexo, resulta muy importante en cuestiones de planificación. Las pirámides de población muestran como se estructura una sociedad, y por tanto, supone una indicación de hacia dónde se encamina.

Las características de su estructura demográfica indican que se trata de un municipio predominantemente adulto, en el que el mayor porcentaje lo forman los habitantes comprendidos entre 39 y 64 años. El segundo grupo de mayor población lo forman los jóvenes con edades comprendidas entre 20 y 39 años. La población anciana es superior a la infantil. Por género el fenómeno prácticamente se repite y la población femenina anciana es hasta casi tres veces superior a la infantil. Con todo ello, se puede afirmar que la localidad presenta un índice de envejecimiento del 135% y una edad media de 41 años.

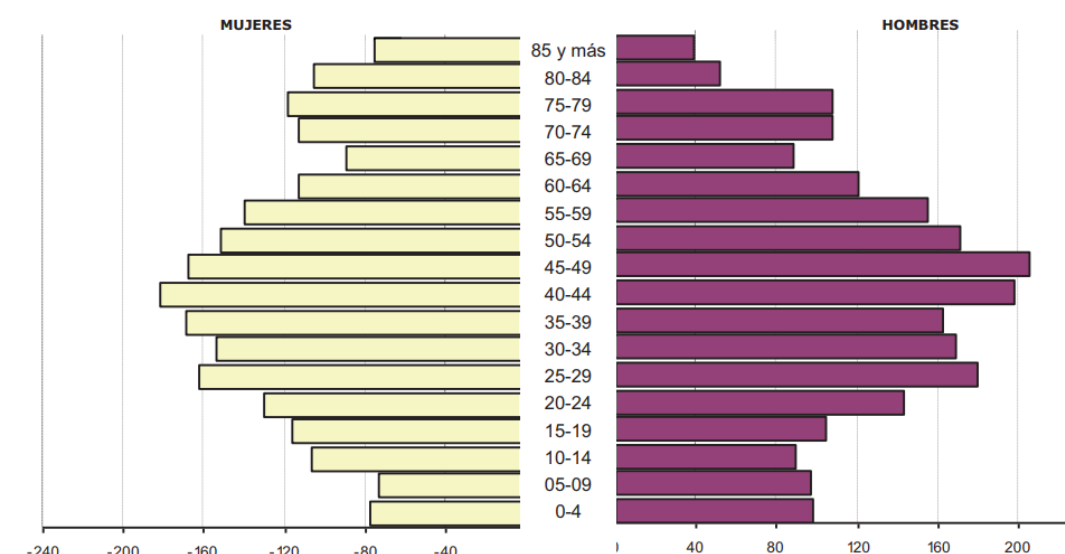


Imagen 2: gráfico de población a partir de datos relativos del año 2008. Fuente INE.

La dinámica demográfica de un espacio viene determinada por los valores que alcanzan su tasa bruta de natalidad (T.B.N.) y la de mortalidad (T.B.M).

Las primera de ellas indican el número de personas nacidas durante un año determinado y para una población determinada, por cada mil habitantes. Y por el contrario, la segunda indica el número de defunciones de una población por cada mil habitantes. A partir de estos mismos datos se obtiene la Tasa de Crecimiento Vegetativo (T.C.V.), que es la diferencia entre los nacimientos y las defunciones.

Tomando los datos del censo del ICANE actualizados a 2008, se presentan los datos correspondientes a la dinámica poblacional en el municipio de San Vicente de la Barquera:

$$T.B.N. = 5'92 \text{ ‰}$$

$$T.B.M. = 7'02 \text{ ‰}$$

De este modo se obtiene:

$$T.C.V. = - 1'09 \text{ ‰}$$

Tanto la tasa de natalidad como de mortalidad municipal son bajas al ser ambas inferiores al 15‰. Al alcanzar la tasa de mortalidad una mayor tasa que la de natalidad, el crecimiento resultante es negativo.



Es también importante determinar los índices de juventud (I.J.) y vejez (I.V.), que indican cuántos jóvenes o ancianos hay con respecto a la población total. En una población bien estructurada en índice de juventud debe estar algo por encima del 33% y el índice de vejez algo por debajo de 33%. Con los datos municipales proporcionados por el ICANE, a partir de explotación de microdatos del Padrón Municipal de Habitantes del INE 2008, se obtiene:

- Índice de juventud = 11'75%
- Índice de vejez = 19'97%

Para estos cálculos se considera como población joven aquellos menores de 16 años y como población vieja a los mayores de 65 años. Así, el índice de envejecimiento (I.E.) es la relación entre la población mayor de 64 años y la población menor de 16 años.

$$I.E. = \frac{\text{Población vieja}}{\text{Población joven}} * 100 = 58,83\%$$

Se considera como Índice de dependencia (I.D.) la carga que para la población activa representa una fracción o la totalidad de la población inactiva. De una forma convencional se toma la relación de la población mayor de 64 años y los menores de 15 años respecto al grupo comprendido entre ambas edades. También se puede determinar el Índice de Dependencia Juvenil (I.D.J.) y el Índice de Dependencia de Viejos (I.D.V.). Con los resultados anteriores obtenemos estos índices:

$$I.D. = \frac{\text{Población joven} + \text{población vieja}}{\text{Población adulta}} * 100 = 46,45\%$$

$$I.D.J. = \frac{\text{Población joven}}{\text{Población adulta}} * 100 = 17,20\%$$

$$I.D.V. = \frac{\text{Población vieja}}{\text{Población adulta}} * 100 = 29,24\%$$

La sex ratio indica la relación entre el número de hombres y el número de mujeres. Normalmente las mujeres son poco más del 50% de la población. Una población con más del 50% de hombres se dice que tiene un alto índice de masculinidad. Una población con más del 55% de mujeres tiene un alto índice de feminidad. San Vicente de la Barquera presenta un equilibrio en su sex ratio al tener un 50'49% de hombres y un 49'51% de mujeres según datos del ICANE para el año 2008.

### 1.1. Origen de la población

En San Vicente de la Barquera en el año 2008 tan sólo un 5'17% de la población residente es extranjero. Dato inferior al presentado en la totalidad de la comunidad, donde se alcanza una media del 7'26%.

El 47'33% de la población residente en el año 2008 había nacido en el mismo municipio y el 34'20% en otro municipio cántabro. Los índices de arraigo son bastante elevados, siendo más del 80% de la población originario de la provincia.

### 1.2. Niveles de instrucción

Si bien las aptitudes naturales de los trabajadores siguen siendo importantes, la evolución económica y tecnológica hace que la mayor parte de la capacidad se deba adquirir actualmente no sólo a través de la educación inicial y la formación, sino cada vez más a través de la educación adulta y la empresa o la formación laboral individual, dentro de la perspectiva de un aprendizaje a lo largo de toda la vida y la gestión profesional. Las estadísticas sobre los niveles de instrucción siguen siendo en la actualidad los mejores indicadores de los niveles de preparación de la fuerza de trabajo.

Los niveles de instrucción establecidos para el caso de San Vicente de la Barquera según datos del Censo de Población y Vivienda de 2001 son los siguientes:

- Analfabetos 0'59%.
- Sin estudios 7'38%.
- 1er grado 33'21%: Estudios Primarios o cinco cursos aprobados de Educación General Básica (EGB.) o equivalentes.
- 2º grado 53'17%: 1er Ciclo: Bachiller Elemental, graduado escolar, EGB. completa o equivalentes y 2º Ciclo:
- Formación Profesional (FP.) primer grado, oficialía industrial, FP. 2º grado, maestría industrial, bachiller superior, Bachiller Unificado Polivalente (BUP).
- 3er grado 5'66%: 1er Ciclo: Arquitecto o ingeniero técnico, diplomados de escuelas técnicas superiores, escuelas universitarias y facultades universitarias; 2º Ciclo: Arquitecto o ingeniero superior, licenciado universitario y de 3er Ciclo que serían el Doctorado, titulaciones de postgrado o especialización para licenciados.



## 2. ECONOMÍA

Se busca realizar una descripción de la actual situación económica del municipio, reflejando las principales características locales desde el punto de vista de la estructura económica. Se realiza un análisis de los principales apartados en los que se puede desglosar la economía de toda sociedad, brindando los datos más valiosos.

### 2.1. Distribución de la población activa

Por lo que se refiere a la evolución del mercado de trabajo por sectores, el hecho más destacable en Cantabria es la constante y progresiva pérdida de peso de la agricultura, siendo las actividades terciarias, los servicios, los que concentran a un mayor porcentaje de población ocupada sobre el total.

San Vicente de la Barquera no es distinto. La mayor parte de la población en el 2001 trabajaba en los servicios (53%) y en la agricultura, ganadería y pesca (21%). La construcción también ocupa un puesto importante con el 19% de la población mayor de 16 años ocupada dedicada al sector. La menor parte de la población se dedica a actividades relacionadas con la industria (8%) dada la carencia de esta en el término.

La situación profesional de los ocupados de 16 años o más, según datos del Censo de Población y Vivienda de 2001, es del 38% trabajadores por cuenta ajena con carácter fijo o indefinido mientras que el 24% eran trabajadores por cuenta ajena con carácter eventual o temporal. El 27% era empresario o profesional que no emplea personal mientras que el 11% sí lo hacía.

La distribución de los empleos era la siguiente:

- 10 Fuerzas armadas
- 184 Dirección de las empresas y de las administraciones públicas
- 84 Técnicos y profesionales científicos e intelectuales
- 97 Técnicos y profesionales de apoyo
- 94 Empleados de tipo administrativo
- 247 Trabajadores de los servicios de restauración, personales, protección y vendedores de los comercios
- 267 Trabajadores cualificados en la agricultura y en la pesca
- 299 Artesanos y trabajadores cualificados de las industrias manufactureras, la construcción, y la minería, excepto los operadores de instalaciones y maquinaria
- 152 Operadores de instalaciones y maquinaria, y montadores
- 212 Trabajadores no cualificados

### 2.2. Análisis de la población activa:

Más de la mitad de la población económicamente activa se dedica al sector terciario, siendo el turismo su principal actividad, que puede explotar gracias a las playas, principalmente. Además, es el centro de la parte Occidental de Cantabria en cuanto a servicios: cabeza de partido judicial, comercios y administración. El resto de la población se dedica al sector primario (alrededor del 20%), la construcción (un 18%) y la industria (apenas un 7%).

#### 2.2.1. Ganadería, agricultura y pesca

El sector primario mantiene un gran peso dentro del municipio. De hecho, un 21,1% de su población

activa está vinculado a este tipo de trabajos, siendo la ganadería, y más concretamente el ganado bovino, la predominante. Prueba de ello es la feria de año que se celebra en la villa barquereña en el mes de enero, dentro del programa organizado con motivo de la festividad de su patrono, San Vicente Mártir, y que habitualmente se acompaña con un campeonato de arrastre. También la pesca ha sido clave en San Vicente de la Barquera, aunque con el paso de los años ha ido decayendo en importancia.

Su puerto ha registrado a lo largo de los últimos años un continuo descenso, tanto en el volumen de las capturas como en los ingresos económicos, datos que confirman la acentuada crisis por la que atraviesa el sector, ya que la situación es similar a la que se está viviendo en el resto de los puertos pesqueros de la región. Los datos de 2003 fueron con gran diferencia los peores de la última década, con unas ventas que apenas alcanzaron las 843 toneladas y unos ingresos de 1.506.893 euros, cifras que prácticamente suponen menos de la mitad de las registradas 10 años antes, ya que en 1993 se vendieron en el puerto 1.854 toneladas de pescado, que alcanzaron un valor de 3.075.162 euros.

#### 2.2.2. Industria

En lo que respecta al sector secundario, la industria ocupa al 7,7% de sus habitantes, empleados en las escasas empresas existentes en el municipio, la mayoría de ellas relacionadas con la manipulación de la pesca. La construcción, en cambio, ha ido ganando peso en los últimos años, suponiendo el sustento para la economía del 18,5% de los barquereños.

#### 2.2.3. Servicios

San Vicente es una población dinámica que, manteniendo su tradición marinera, se ha especializado en el turismo como una fuente de recursos para una parte importante de sus habitantes. Así, el 52,7% de su población activa vive del sector terciario. Su historia y su arquitectura, sus bellos paisajes, su exquisita gastronomía y sus posibilidades de ocio son los factores que han impulsado el desarrollo turístico de esta villa, que se ha visto favorecida por la entrada en funcionamiento de la Autovía del Cantábrico. San Vicente de la Barquera concentra, además, los servicios comerciales, administrativos y judiciales de la zona occidental de la región.



### 2.3. Tasa de paro

Porcentaje de personas paradas con relación al total de activos con edades comprendidas entre los 25 y los 64 años, ambos inclusive. La tasa de paro reflejada en San Vicente de la Barquera es sensiblemente inferior que en el conjunto de Cantabria. La población en edad de trabajar según datos del ICANE a junio de 2008, era de 3.082 personas, de las que 141 estaban desempleadas. Esto hace que el paro municipal fuese del 4'57% (más bajo que la media provincial).



## ANEJO Nº6: CLIMATOLOGÍA



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 3

2. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA ..... 3

3. PLUVIOMETRÍA ..... 3

4. TEMPERATURA..... 4

5. INSOLACIÓN ..... 4

6. HUMEDAD ..... 5

7. VIENTO ..... 5

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Climograma de San Vicente de la Barquera ..... 3

Imagen 2: Diagrama de temperatura de San Vicente de la Barquera. .... 4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos Meteorológicos de la estación de Comillas. Año 2015. .... 4

Tabla 2: Media de número de horas de sol al año ..... 5

Tabla 3: Humedad relativa media en San Vicente de la Barquera ..... 5





## 1. INTRODUCCIÓN

La climatología es la ciencia que estudia los fenómenos meteorológicos, así como el análisis de los parámetros que determinan el clima de una zona. Conocer cuáles son los valores de las temperaturas, precipitaciones, vientos dominantes o cualquier otro de los factores climáticos es determinante para entender el territorio de emplazamiento de la obra del nuevo puerto.

El clima condiciona muchas de las características que condicionan un paisaje. La vegetación, la geomorfología, la presencia de fauna característica o los ciclos anuales de producción están relacionados, en mayor o menor medida con el clima.

El estudio de las variables anteriormente citadas se realiza a partir de los datos climatológicos del Instituto Nacional de Meteorología, así como con los datos facilitados por la estación termo pluviométrica de Comillas (50 metros de altitud), que constituye el punto con mejor información del sector litoral occidental de Cantabria, así como del Instituto nacional de Meteorología.

La configuración topográfica del litoral cantábrico, entre la cordillera y el mar, y su posición latitudinal determinan los rasgos climáticos de este sector peninsular: la elevada pluviosidad, la suavidad de sus temperaturas con escasas amplitudes anuales y la elevada humedad relativa, son todos ellos rasgos comunes al conjunto de climas templados oceánicos del que forma parte. Sin embargo presenta algunos matices diferenciadores derivados de la acción de factores regionales, entre los que el relieve adquiere un rango preeminente. En efecto, las mayores precipitaciones se producen con flujos procedentes del 1º y 4º cuadrantes, a diferencia de lo que es habitual en la vertiente occidental de nuestro país y en la fachada atlántica europea, en las que son los flujos del W y WSW los más lluviosos.

## 2. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

San Vicente de la Barquera se caracteriza climáticamente por su inclusión en el ambiente oceánico, de carácter Atlántico, caracterizado por una temperatura media templada y una distribución regular de las precipitaciones a lo largo del año. Se trata por lo tanto de un clima suave, generalmente cálido y templado. Se clasifica como Csb por el sistema Köppen-Geiger.

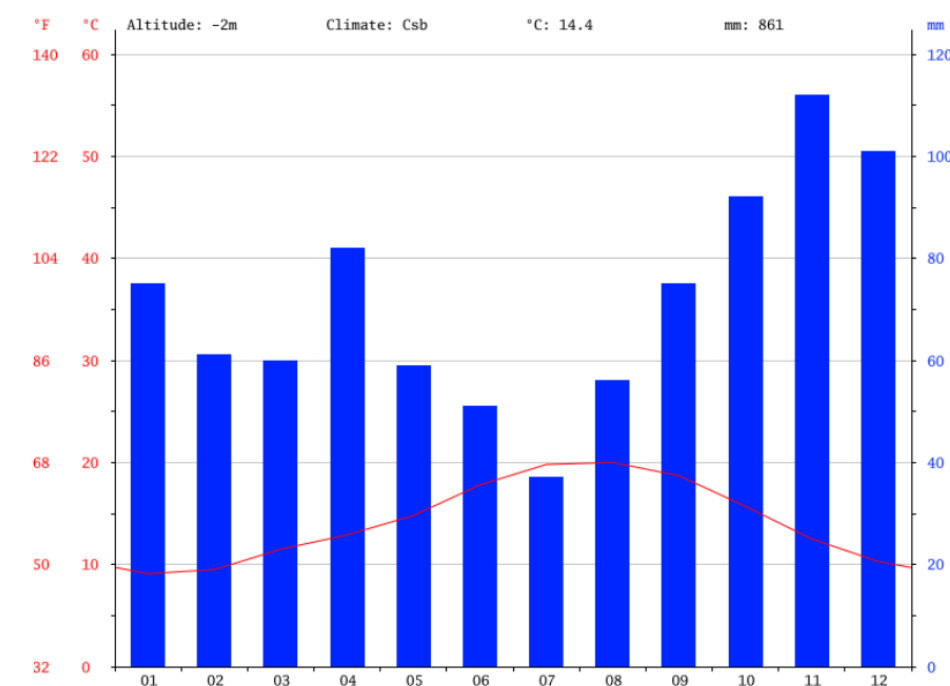


Imagen 1: Climograma de San Vicente de la Barquera

Estas características bioclimáticas, unidas a la práctica inexistencia de heladas, convierten el área de estudio en una comarca muy apropiada tanto para el desarrollo del tapiz vegetal como para el desenvolvimiento de las actividades humanas.

## 3. PLUVIOMETRÍA

La distribución anual de la precipitación en una determinada zona constituye uno de los elementos más importantes de la climatología, si bien su información detallada presenta la dificultad de la discontinuidad de sus medidas.

Se presentan a continuación los valores principales relativos a pluviometría:



- Evapotranspiración total media: 700-900 mm
- Precipitación media anual: 1100-1800mm
- Déficit medio anual: 0-100mm
- Duración media periodo seco: 0-1 mes
- Precipitación de invierno: 33%
- Precipitación de primavera: 22%
- Precipitación de otoño: 32%

Fundamentalmente, dos son los rangos característicos del clima de la zona:

- La abundancia de precipitaciones
- La variabilidad del tiempo (alternancia de buen tiempo y tiempo lluvioso).

Habitualmente, dentro del ámbito de estudio, son normales valores de precipitación media anual en torno a los 1200 mm. Se trata de precipitaciones abundantes repartidas a lo largo del año, registrándose los valores máximos en los meses de finales de otoño y comienzo del invierno, al ser más frecuentes y profundas las borrascas atlánticas y más intensos los vientos. Esto se puede ver reflejado en la siguiente tabla, donde se puede observar que entre los dos primeros meses del año se alcanza prácticamente la mitad de la precipitación media anual.

Datos Meteorológicos de Comillas correspondientes al año 2015																
Año	Mes	Media Máx.	Media Mín.	Temp. Media	Temp. Máxima	Temp. Mínima	Tª>32º	Tª<0º	Precip.	Precip. Máxima	Días Lluvia	Días Lluvia +2 mm.	Días Lluvia +20 mm.	Viento Medio	Racha Máx.	Dirección
2015	1	12.4 ºC	5.5 ºC	8.7 ºC	18.7 ºC	2.1 ºC	0	0	252.4 mm	88.6 mm	20	13	4	4.0 Km/h	74.0 Km/h	WNW
2015	2	11.2 ºC	4.9 ºC	8.0 ºC	15.0 ºC	-0.6 ºC	0	1	263.3 mm	32.6 mm	24	19	5	6.2 Km/h	64.4 Km/h	WNW
Medias		11.8 ºC	5.2 ºC	8.4 ºC	16.9 ºC	0.8 ºC	0	1	515.7 mm	60.6 mm	44	32	9	5.1 Km/h	69.2 Km/h	

Tabla 1: Datos Meteorológicos de la estación de Comillas. Año 2015.

Por el contrario, los meses con registros de precipitación más bajos son los de verano, aunque no existe un mes típicamente seco.

4. TEMPERATURA

Puesto que se trata predominantemente de un clima oceánico, las temperaturas son moderadas, con valores medios mensuales de 9 a 12 grados en invierno y de 19 a 21 grados en verano. El mes más frío es Febrero con una temperatura media mínima de 4ºC y el más caluroso es agosto con una media máxima de 23.2ºC. La oscilación de temperatura no es por lo tanto relevante, siendo esta de 19,2ºC.

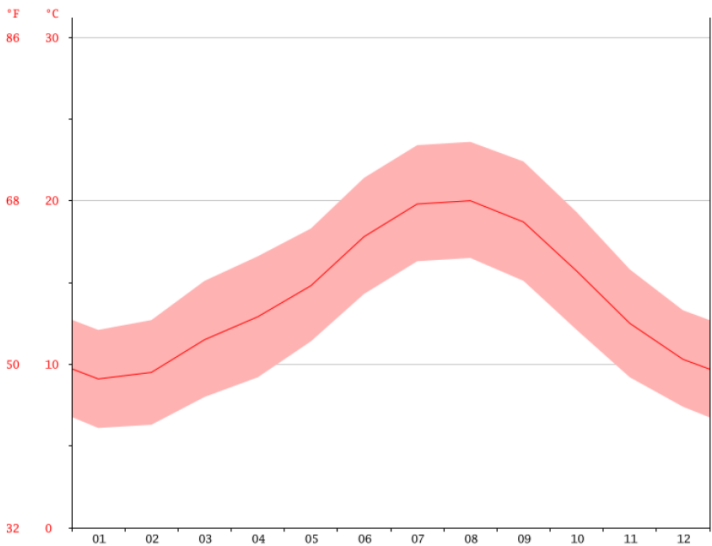


Imagen 2: Diagrama de temperatura de San Vicente de la Barquera.

En concreto, en San Vicente de la Barquera la temperatura media anual es de 15ºC. Durante el verano pueden llegar a alcanzarse los 30º, mientras que en invierno se mantiene alrededor de los 7ºC.

5. INSOLACIÓN

Las horas de sol marcan las horas de trabajo y desarrollo de ciertas actividades en la localidad, por lo que serán de importancia para el desarrollo de la obra.

En Cantabria hay pocos días de sol incluso en verano. La media anual de los días despejados es de 68, de los cuales 8 corresponden al mes de Julio, siendo este el más soleado.



MES	NÚMERO MEDIO DE HORAS DE SOL (h)
Enero	88
Febrero	100
Marzo	134
Abril	147
Mayo	169
Junio	174
Julio	189
Agosto	182
Septiembre	157
Octubre	127
Noviembre	98
Diciembre	74
TOTALES AL AÑO	1639

Tabla 2: Media de número de horas de sol al año

Las horas diarias de sol varían entre las 8 horas de máxima en verano, a las 0,3 de mínima en invierno, teniendo una media anual de unas 4,7 horas de sol al día. Estas cifras tan bajas son debidas al régimen atmosférico reinante, en el que la inestabilidad provocada por los frentes nubosos hace que disminuyan los índices de exposición solar.

Hay una media de 1639 horas de insolación respecto a las 8760 horas del año, lo que supone un 18,7% de horas de sol.

6. HUMEDAD

La humedad atmosférica es la cantidad o volumen de vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. La principal fuente de humedad en el aire proviene de la superficie de los océanos y mares, lugares donde el agua se evapora constantemente.

El vapor de agua es el gas que resulta cuando el agua cambia de estado líquido a gaseoso, pudiendo observarse en el ambiente en forma de niebla si existe una alta concentración de vapor, o en forma de nubes cuando las concentraciones del vapor son mayores.

Se trata de un factor climatológico de primera magnitud muy relacionado, a través de diversos mecanismos físicos, con la nubosidad, la precipitación, la visibilidad y de forma muy especial con la temperatura, ya que la

cantidad de agua en forma de vapor que puede encontrarse en la atmósfera está directamente relacionada con la temperatura.

La humedad relativa es la forma más común de expresar la humedad atmosférica por su explícita relación con el bienestar climático y crecimiento de las plantas.

MES	HUMEDAD RELATIVA MEDIA %
Enero	74
Febrero	75
Marzo	64
Abril	75
Mayo	76
Junio	76
Julio	73
Agosto	76
Septiembre	75
Octubre	68
Noviembre	79
Diciembre	82

Tabla 3: Humedad relativa media en San Vicente de la Barquera

Según los valores recogidos, la humedad relativa media diaria en la zona de estudio se sitúa en torno al 80 % en verano y al 70-75 % en los meses de invierno.

7. VIENTO

La cornisa cantábrica se encuentra en plena zona de circulación de las borrascas, originadas en la interacción de masas de aire polar y subtropical marítimo. Las borrascas, con sus frentes asociados, afectan a la costa cantábrica de la península de forma especialmente importante en los meses invernales, en los que el frente polar desciende a latitudes más bajas. En esta época, los vientos de componente Oeste y Noroeste, al llegar a la costa cargados de humedad, aportan abundantes precipitaciones. En los meses estivales, sin embargo, el frente polar se retira hacia el Norte y la influencia subtropical se deja notar persistentemente en la cornisa cantábrica. Son los meses de periodo anticiclónicos y de vientos de Nordeste, de origen continental y escasa humedad, lo que se traduce en un descenso generalizado de precipitaciones durante esta estación.



La influencia marítima desempeña un papel decisivo en este contraste estacional, ya que los vientos procedentes del Oeste, Noroeste y Norte llegan a Cantabria, tras un largo recorrido sobre el Océano Atlántico, en el cual se han cargado de humedad. Los vientos del Noroeste y Este proceden de zonas continentales, por lo que su capacidad para provocar precipitaciones es muy reducida.

El mar que baña la cornisa cantábrica se encuentra, además, en una zona de temperaturas relativamente elevadas para su altitud, lo que contribuye a desestabilizar aún más las masas de aire marítimo.

La presencia de la cordillera cantábrica es el último factor de importancia en la caracterización del clima de la cornisa cantábrica. El obstáculo orográfico tiene la suficiente entidad como para constituir la frontera entre los climas oceánicos ibéricos y los mediterráneos. De forma general, la cordillera actúa como una barrera ante los movimientos de las capas atmosféricas superficiales. Las procedentes del Norte y Noroeste se la encuentran frontalmente, lo que origina inicialmente un persistente estancamiento de las masas nubosas contra ella. La cornisa cantábrica constituye, debido a este motivo, la región con menos insolación del Península, tal y como se ha mencionado, de unas 1600 horas anuales frente a las 2500 horas de media.



## ANEJO Nº7: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 3

2. ESTUARIO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA ..... 3

2.1. Geología ..... 4

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Zonificación esquemática de los fondos. .... 3

Imagen 2: Situación del estuario de San Vicente de la Barquera. Campo dunar inicial frente a campo dunal tras la construcción del dique. .... 4

Imagen 3: Mapa Geológico de la zona de estudio ..... 5

Imagen 4: Leyenda para la interpretación geológica de la zona de estudio ..... 6





## 1. INTRODUCCIÓN

Geológicamente, la zona de San Vicente de la Barquera se caracteriza por un alto contenido de cuarzo, aunque hay que destacar el contenido importante de fragmentos de roca metamórfica. El lecho marino se divide en dos zonas, una al Oeste de la desembocadura de la Ría y la otra al Este. En la primera, el fondo es rocoso, y se caracteriza por su irregularidad con salientes y pequeñas fosas, la pendiente del mismo tiene valores medios de 1:60.

En la segunda zona, el fondo es arenoso, y se caracteriza por su regularidad con pendientes que presentan valores medios de 1:70. Frente a la desembocadura de la Ría se encuentra una gran fosa de origen tectónico, rellena de sedimentos con tamaños medios  $D_{50}$  del orden de 0,20 mm, características sedimentarias similares se presentan en la sección Oeste de la Playa de Merón, aunque, por otro lado, se observan afloramientos rocosos a partir de calados relativamente someros.



Imagen 1: Zonificación esquemática de los fondos.

## 2. ESTUARIO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

El estuario está formado por dos valles excavados en materiales blandos y fallas pasivas. Ambos subsistemas comparten la bahía arenosa central y el complejo de desembocadura, en la que se ha formado una barrera constituida por un sistema de dunas/playa, fijada en la actualidad por un dique NE-SO.

Se encuentra confinado por materiales cretácicos, principalmente, tanto calcáreos como siliciclásticos, mientras que el vaso estuarino se formó por la mayor erosionabilidad de materiales blandos triásicos de arenas, arcillas, lutitas, evaporitas y margas, junto con la presencia de fallas que favorecieron la generación de procesos halocinéticos. Esto contrasta con la mayor parte de los estuarios cantábricos, donde el control litológico en el

confinamiento del valle estuarino es mucho más marcado, jugando un papel fundamental en la dinámica estuarina.

En la bahía arenosa se activa un amplio delta de flujo mareal, que es la unidad morfosedimentaria más característica del estuario, sobre todo durante la media marea ascendente. Cuenta con una forma acorazonada donde el efecto coriolis y el giro levógiro durante la pleamar son fundamentales para entender su disposición y las estructuras de de lecho.

- Efecto Coriolis: es el efecto que se observa en un sistema de referencia en rotación cuando un cuerpo se encuentra en movimiento respecto de dicho sistema de referencia. Este efecto consiste en la existencia de una aceleración relativa del cuerpo en dicho sistema en rotación. Dicho efecto hace que un objeto que se mueve sobre el radio de un disco en rotación tienda a acelerarse con respecto a ese disco según si el movimiento es hacia el eje de giro o alejándose de éste.
- Levógiro: viraje en sentido contrario a las agujas del reloj.

Se desarrollan llanuras arenosas y la presencia de playas estuarinas en la margen derecha, como en numerosos estuarios cantábricos, culminando con reducidas dunas estuarinas completan el conjunto morfosedimentario del tramo inferior estuarino. En definitiva, se pueden considerar como estuarios confinados por la litología.

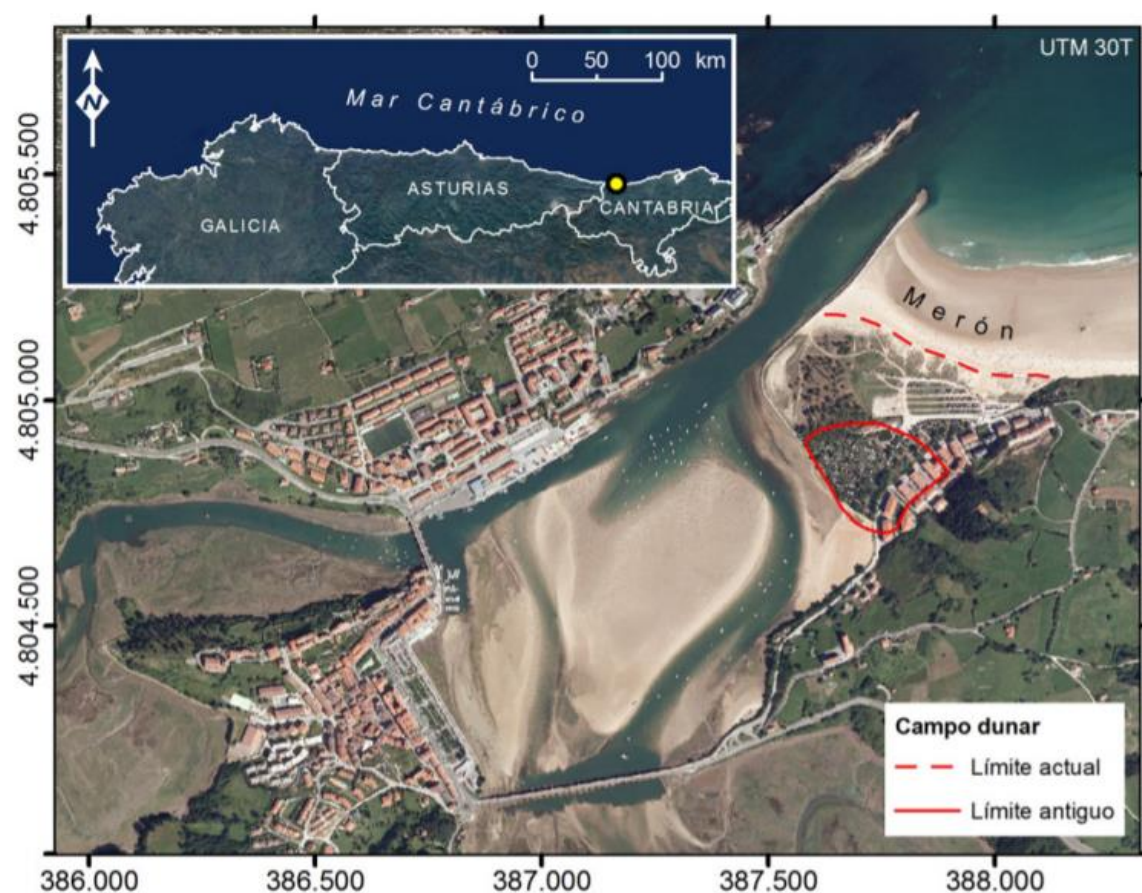


Imagen 2: Situación del estuario de San Vicente de la Barquera. Campo dunar inicial frente a campo dunar tras la construcción del dique.

## 2.1. Geología

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se sitúa en el dominio de la Cuenca Cantábrica. Afloran sedimentos Triásicos (facies Keuper), Cretácicos, como ya se ha mencionado en la introducción, (inferior y superior), Terciarios y Cuaternarios.

La disposición tectónica de la zona presenta accidentes tectónicos (predominantemente fallas inversas, aunque se observa algún pliegue) de dirección E-O, con un desplazamiento tectónico hacia el sur. La descripción de los distintos tipos litológicos que aparecen en el área, se realiza atendiendo a la división llevada a cabo por el I.G.M.E. Así, se describen las características litológicas, paleontológicas, etc., con indicación de la edad.

- TRIÁSICO. - KEUPER (TG23 Y TWG23): Aflora en forma diapírica, está constituido por arcillas plásticas de tonos abigarrados, con algunos yesos versicolores dispuestos en filoncillos, no pudiendo descartarse la presencia de sal en profundidad.
- CRETÁCICO. - VALANGINIENSE SUPERIOR-HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE EN FACIES WEALD (C3-0W12-14) Está constituida por arcillas abigarradas (con predominio de los tonos violáceos), plásticas, limolíticas en algunos tramos y limos y arenas finas, micáceas, de los mismos tonos. Presenta algunas intercalaciones de areniscas de grano fino a medio.
  - APTIENSE (C15) Está formado por un conjunto de calizas y calcarenitas, normalmente microcristalinas, algo dolomitizadas en algunos tramos, principalmente en la parte inferior. Se clasifican como biomicritas o biopelmicritas. Contiene gran cantidad de fauna fósil, de tamaño milimétrico.
  - ALBIENSE (C116 Y C2316) En la cartografía se han separado dos unidades: definida por un conjunto predominantemente terrígeno, constituido por arcillas, limos y areniscas con restos carbonosos y azufre. Localmente pueden intercalarse delgados lechos de calizas arenosas.
  - CENOMANIENSE INFERIOR(C121) Compuesto por tres tramos litológicos:
    - Calcarenitas grises con glauconita. Este tramo no sobrepasa los 10 m de potencia.
    - Un tramo de arcillas, limos y areniscas.
    - Un tercer tramo, de unos 40 m de espesor, en el que predominan las arcillas, limos y arenas con estratificación cruzada y que se distingue del anterior por la presencia de intercalaciones de calcarenitas grises.
  - CONIACIENSE-SANTONIENSE (C23-24) Se trata de una unidad de carácter margo-calcáreo en la que, en detalle, pueden separarse dos tramos litológicos con microfauna diferente:
    - Un tramo inferior, de más de 30 m, en el que dominan las calizas arcillosas y limolíticas.
    - Un tramo más potente que el anterior (unos 100 m) de carácter margoso dominante
- Terciario: PALEÓGENO. - CUISIENSE MEDIO-SUPERIOR (TAA2322) Son calcarenitas grises, con glauconita en algunos tramos, arenosas en la parte superior y masivas en algunos niveles, mientras que en otros se presentan estratificadas en bancos de 40-60 cm.
  - LUTECIENSE INFERIOR-MEDIO (TAB1221) Se trata de un tramo también calizo, constituido por unos 60 m. de calcarenitas arenosas.





- PRIABONIENSE (TAC2) Está definido por un conjunto de areniscas y conglomerados que lateralmente pasan a calizas rosadas, arrecifales y que presentan intercalaciones de arcillas plásticas, limolíticas, de tonos pardo-rojizos.
- OLIGOCENO (TA3) Los afloramientos del Oligoceno Marino de la cuenca de San Vicente de la Barquera son los únicos conocidos en todo el norte de España, pues sabido es que el Oligoceno se presenta siempre en facies continental. En esta zona el Oligoceno se presenta cabalgado por un Aptiense muy brechificado.
- CUATERNARIOS: En el ámbito de la zona de proyecto aparecen recubrimientos cuaternarios importantes, de origen continental como son los suelos coluvionares, mixtos coluvión-aluvión y aluviales, así como los de origen mixto continental-marino que corresponderían a los depósitos de marisma. Así mismo, aparecen importantes suelos eluviales representados por arcillas de descalcificación.
  - Depósitos de Playas (Q2P): están constituidos por arenas síliceas, muy finas, con abundantes fragmentos de conchas.
  - Depósitos de marisma. (Q2M): son sedimentos de granulometría muy fina arcillas oscuras y ricas en materia orgánica, limos y fangos que ocupan importantes extensiones en el área de estudio.
  - Cubetas de descalcificación: son depósitos de arcillas arenosas de tonos rojizos generadas por la alteración química “in situ” de los sedimentos calcáreos, tanto calizas como margas y dolomías. Dada la gran extensión de afloramiento de calizas en el ámbito de proyecto es frecuente la existencia de pequeñas cubetas rellenas de arcillas, con espesores normalmente inferior a 3 m.
  - Suelos aluviales. (QAI): materiales depositados por la acción de corrientes de agua permanentes o esporádicas que no tienen aportes de derrubios de ladera. Presentan morfología de llanura y están constituidos por limos, arenas y gravas subredondeadas a redondeadas principalmente.

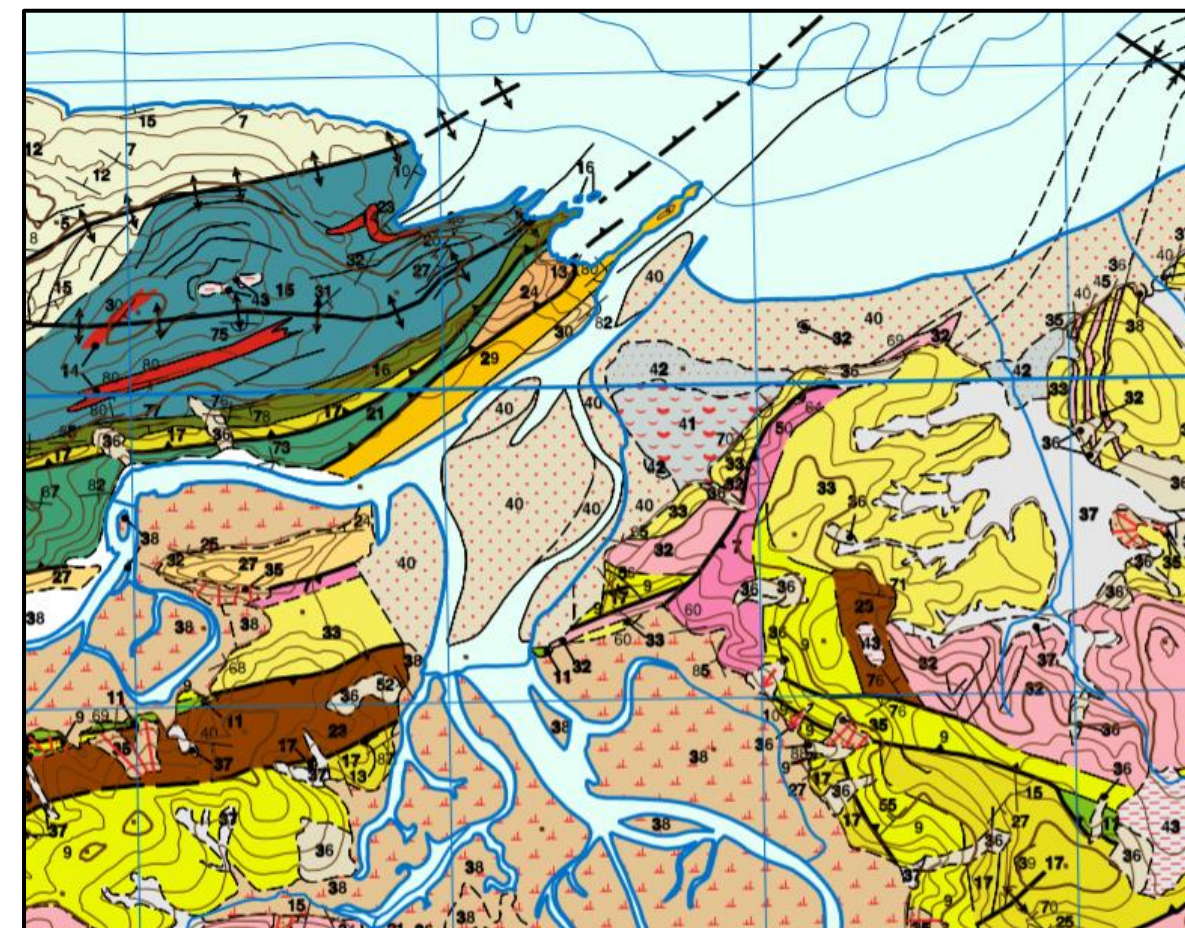


Imagen 3: Mapa Geológico de la zona de estudio

A continuación se incluye la leyenda correspondiente al mapa de la imagen anterior.

CUATERNARIO	HOLOCENO	35	36	37	38	40	42	44
	PLEISTOCENO SUPERIOR	39	41	43				
	PLEISTOCENO INF.- MED.	34						

44 Gravas, arenas y bloques (relleno de origen antrópico)

43 Arcillas arenosas rojizas (arcilla de decalcificación)

42 Arenas y limos (dunas)

41 Arenas y limos débilmente cementadas (dunas fósiles)

40 Arenas bioclásticas y cuarcíticas, bloques (playa de arena, playa de cantos o bloques)

39 Bloques heterométricos, gravas y arenas (paleoplaya)

38 Arcillas con materia orgánica, restos vegetales (turbera, marisma y llanura de marea)

37 Arenas, limos y gravas (aluvial-coluvial, llanura de inundación, terrazas fluvio-marinas)

36 Limos, arenas, gravas y bloques (reptación, solifluxión, flujo y deslizamiento)

35 Arcillas, limos y arenas con cantos de composición variable (coluvión)

34 Gravas, arenas y limos (terrazas fluviales y fluvio-marinas colgadas)

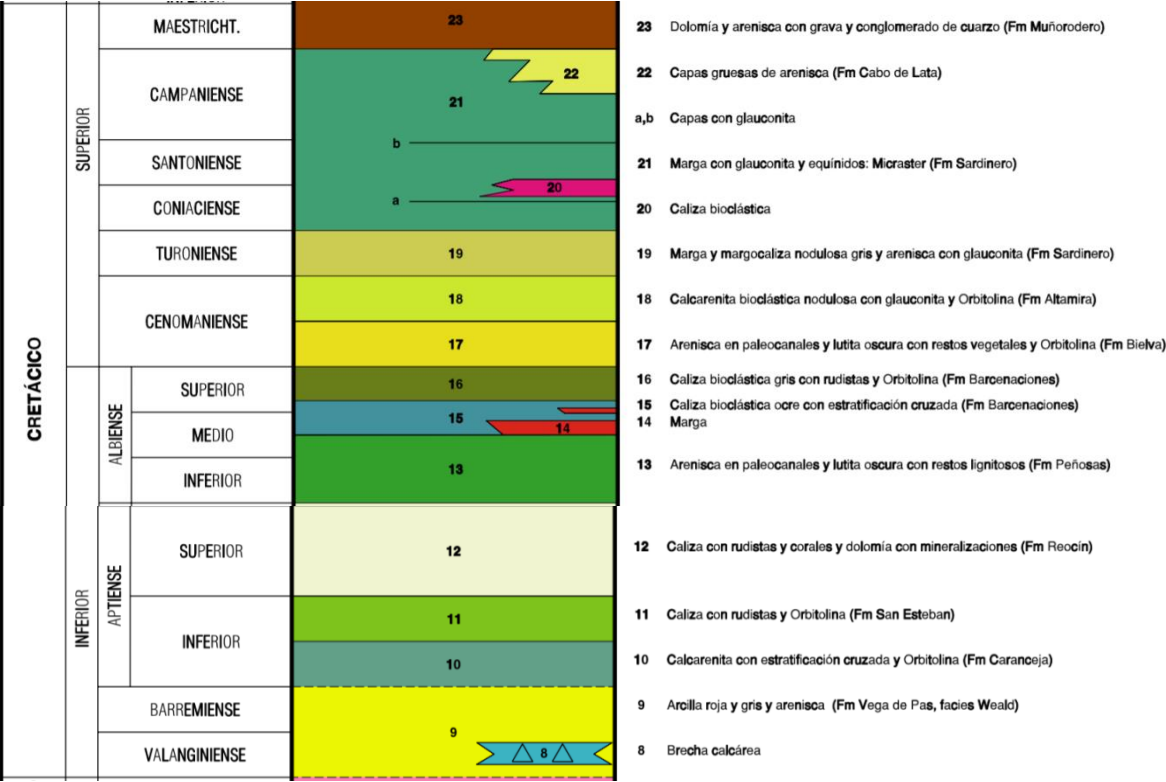


Imagen 4: Leyenda para la interpretación geológica de la zona de estudio



## ANEJO Nº8: ESTUDIO TOPOBATIMÉTRICO



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CARTOGRAFÍA ..... 3

2. BATIMETRÍA ..... 3

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Batimetría San Vicente de la Barquera ..... 3

Imagen 2: Batimetría en detalle del Puerto de San Vicente de la Barquera..... 3





## 1. CARTOGRAFÍA

La cartografía de la que se ha hecho uso para la redacción del presente Anejo es la siguiente:

- Cartografía Digital de la zona litoral de San Vicente de la Barquera, en escala 1/50.000 y a fecha de Julio de 2002.
- Mapa Geológico de España a escala 1/50.000, hoja nº 33, Comillas.

## 2. BATIMETRÍA

Para el dimensionamiento de los diques de abrigo es necesario saber la cota de cimentación, para obtener la profundidad y así analizar la posible rotura sobre el dique. La batimetría se ha obtenido a partir del “Proyecto de Caracterización del Suelo Marino en la zona exterior de la Ría de San Vicente de la Barquera” realizados por la Diputación Regional de Cantabria y a través de dos campañas topo-batimétricas realizadas en la desembocadura de la ría y en la zona exterior a la ría. Se ha complementado con la información obtenida a partir de las cartas náuticas 4021 y 939 publicadas por el instituto hidrográfico de la Marina.

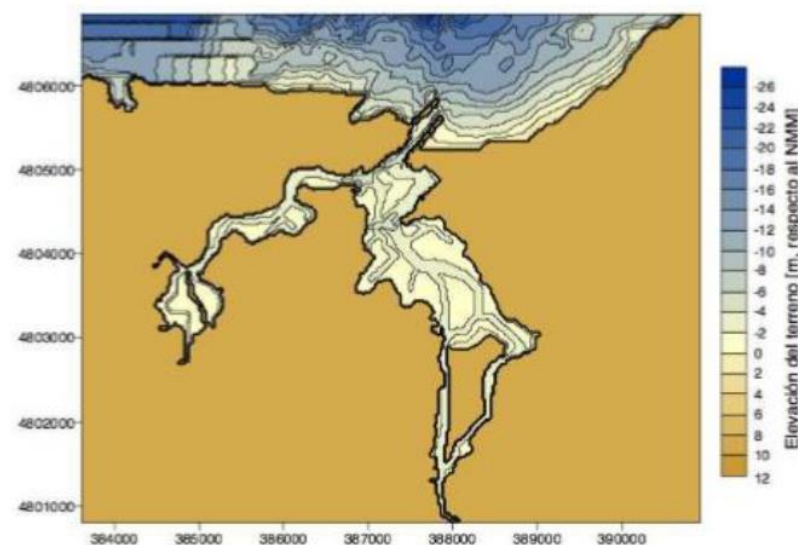


Imagen 1: Batimetría San Vicente de la Barquera

En la siguiente imagen se muestran las líneas isobatas cada metro, comenzando en la -1. Por lo tanto, como se ve en la Imagen 2, las obras de abrigo se encontrarán a una profundidad de entre -2 y -5 m el cero del puerto.

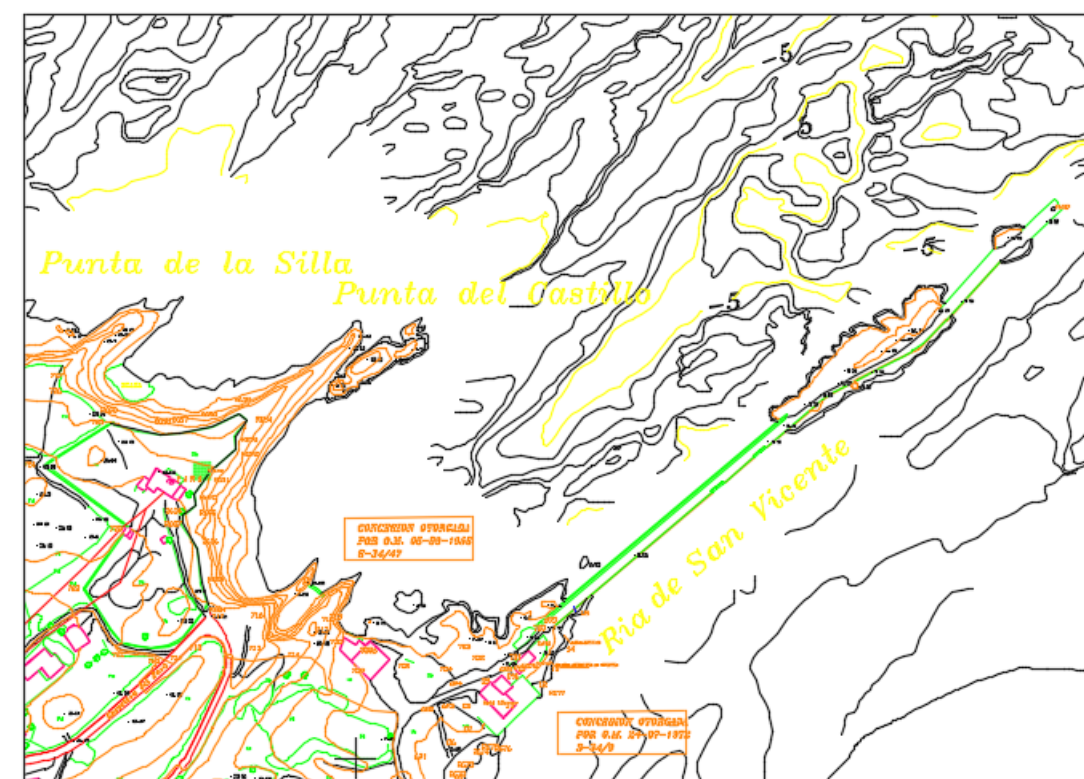


Imagen 2: Batimetría en detalle del Puerto de San Vicente de la Barquera.



## ANEJO Nº9: ESTUDIO DEL NIVEL DEL MAR



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN: .....3

2. NIVEL DEL MAR .....3

2.1. Fuentes de datos.....3

2.2. Niveles de referencia en Santander.....3

2.3. Régimen medio del nivel del mar total.....4

2.4. Marea astronómica.....4

2.5. Marea meteorológica .....6

2.6. Sobreelevación por rotura del oleaje .....6

2.7. Sobreelevación por agrupación de ondas. Surf-beat. ....7

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Posición y características del mareógrafo de Santander ..... 3

Imagen 2 Niveles de referencia en Santander. .... 3

Imagen 3. Funciones de distribución del nivel del mar con respecto al cero del puerto en Santander ..... 4

Imagen 4. Función de densidad de la marea astronómica. .... 5

Imagen 5. Función de distribución de la marea astronómica, ..... 5

Imagen 6. Función de densidad de la marea meteorológica ..... 6

Imagen 7 Función de distribución de la marea meteorológica..... 6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cota de diferentes niveles del mar respecto del Cero del Puerto..... 4

Tabla 2. Componentes armónicas de la marea astronómica en Santander. Z0 referido al cero del puerto .....5

Tabla 3. Sobreelevación generada por la rotura del oleaje (set-up) .....7

Tabla 4 Amplitud cuadrática media y máxima del Surf-beat.....7



## 1. INTRODUCCIÓN:

Para de planificar y diseñar cualquier actuación en el litoral es necesario conocer los procesos y dinámicas que suceden en la zona de estudio. Con dicho propósito se desarrolla el presente anejo, en el cual se estudia la dinámica marina del sistema formado por la ría y la desembocadura del estuario de San Vicente de la Barquera, así como la playa de Merón hasta la Punta de Peñaentera, analizando para ello la acción del oleaje, la marea astronómica, la marea meteorológica y la interacción entre el oleaje y las corrientes fluvio-mareales.

Para la realización del presente anejo, se ha tenido como base el estudio de clima marítimo del “Estudio de la funcionalidad y propuesta de alternativas de mejora del Puerto de San Vicente de la Barquera”, realizado en 1996 por la Universidad de Cantabria para la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Cantabria, en el que se efectuó una caracterización del oleaje que llega a San Vicente de la Barquera, así como de las corrientes producto de la rotura del oleaje, fundamentales para el estudio de la dinámica sedimentaria de la Playa de Merón. Asimismo, en dicho estudio se describe la campaña de medida de parámetros hidrodinámicos, efectuada en el interior del estuario con el fin de calibrar y validar un modelo numérico que describe el comportamiento hidrodinámico y morfológico de la ría y su desembocadura.

## 2. NIVEL DEL MAR

El conocimiento del nivel medio del mar y de su variación en cualquier punto de la costa es un aspecto determinante en el diseño y cálculo de obras marítimas, fundamentalmente en lo que se refiere a la cota de coronación de las obras y cotas de dragado, así como en el estudio de playas, ya que en las zonas inundables intermareales el proceso de transporte de sedimentos es muy activo. Entre los diversos factores responsables de los cambios del nivel del mar, deben tenerse en cuenta: la marea astronómica, la marea meteorológica, la sobreelevación por rotura del oleaje y por la agrupación del oleaje.

### 2.1. Fuentes de datos

La información necesaria para la definición de los regímenes medio y extremal de niveles de mar se ha obtenido del mareógrafo de Santander, Imagen 1. Las series de datos horarios han sido suministradas por el Programa de Clima Marítimo. Se ha elegido el mareógrafo de Santander dada la relativa proximidad a la zona de estudio.

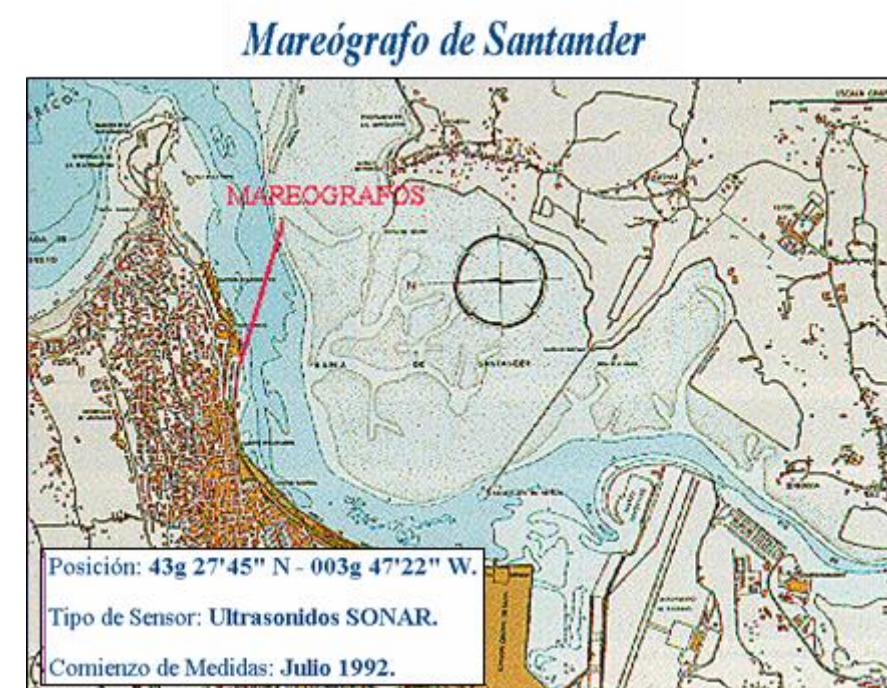


Imagen 1. Posición y características del mareógrafo de Santander

### 2.2. Niveles de referencia en Santander

En la Imagen 2, se presentan las relaciones entre este NMMA y otros niveles de referencia como son el Cero del Puerto (CP), el Nivel Medio del Mar (NMM) en Santander y los niveles de la Pleamar Media Viva Equinoccial (PMVE) y de la Bajamar Media Viva Equinoccial (BMVE).

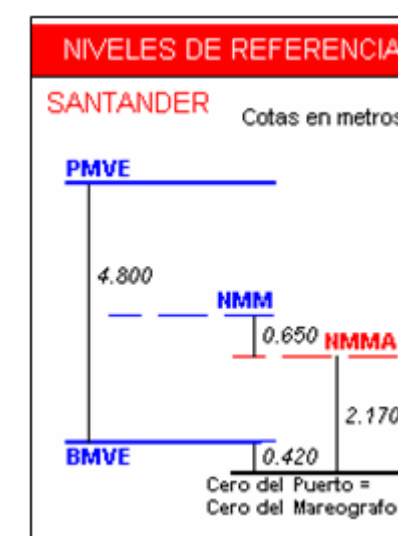


Imagen 2 Niveles de referencia en Santander.





Como puede observarse en la Imagen 2, las cotas de los diferentes niveles indicados respecto del CP son los que se indican en la Tabla 1. Cota de diferentes niveles del mar respecto del Cero del Puerto.. El NMMA se encuentra 2,17 m por encima del Cero del Puerto, mientras que la PVME se encuentra 5,22 m por encima del Cero del Puerto.

NIVEL	COTA AL NMMA	COTA AL CP
PMV	+3,	+5,
NMM	+0,	+2,
NMMA	0	+2,
BMV	-	+0,
CP	-	0

Tabla 1. Cota de diferentes niveles del mar respecto del Cero del Puerto.

### 2.3. Régimen medio del nivel del mar total

El nivel del mar total con respecto al cero del puerto está compuesto por la suma del nivel del mar debido a la marea astronómica y el de la marea meteorológica. Si se representa la función de distribución muestral del nivel del mar respecto al cero del puerto, se obtiene la curva de la Imagen 3. Funciones de distribución del nivel del mar con respecto al cero del puerto en Santander.

El nivel del mar total se separa, mediante un análisis armónico de las componentes de marea, en marea astronómica y marea meteorológica. Dado que la marea astronómica es determinista, bastará para su definición determinar la amplitud y fase de sus componentes principales. La marea meteorológica, asociada a las perturbaciones atmosféricas, tiene un carácter aleatorio, por lo que será necesario definir su distribución estadística, tanto para el régimen medio como para el extremal.

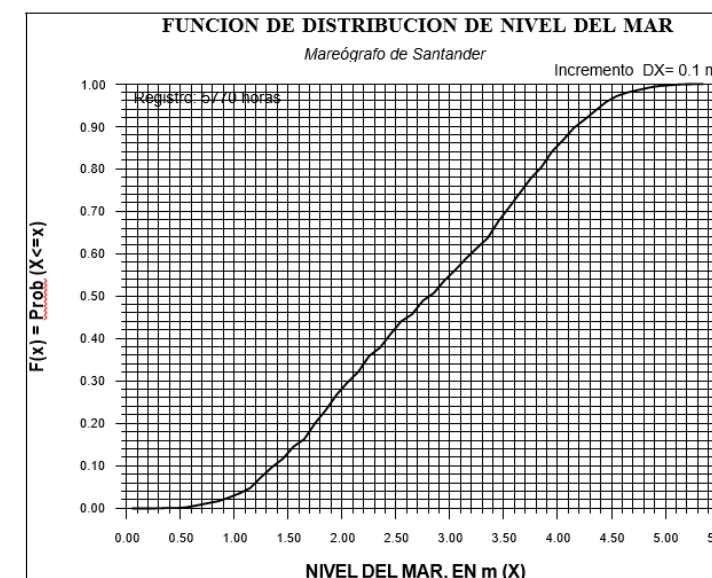


Imagen 3. Funciones de distribución del nivel del mar con respecto al cero del puerto en Santander

### 2.4. Marea astronómica

Mediante el análisis armónico, se han obtenido las 14 constantes armónicas de la marea astronómica de mayor amplitud, dichas constantes se presentan en la Tabla 2. Componentes armónicas de la marea astronómica en Santander. Z0 referido al cero del puerto.

Los valores entre 27 y 30 °/h corresponden a las componentes semidiurnas M2, S2, N2, K2 con el máximo en la componente M2 de periodo 12 horas 25 minutos. El resto de las componentes, de frecuencia entre 14° y 16°/h se corresponden a las componentes diurnas K1, O1 y, finalmente, se presentan las componentes de largo periodo Mu2, 2N2, SA, SSA con frecuencias < 1°/h.

Tal como se puede observar en la Tabla 2, la marea está constituida básicamente por la componente semidiurna M2, de periodo 12 horas y 25 minutos, que presenta una amplitud de 1,343 m, lo que equivale a una carrera de marea de 2,69 m.



Componente	Frecuencia (º/h)	Desfase (º)	Amplitud (m)
Z0	0,000000	0,000	2,8283
M2	28,98410	94,579	1,343
S2	30,00000	127,797	0,4637
$\Sigma 2$	27,96821	76,787	0,0538
N2	28,43973	75,17	0,2825
K2	30,08214	125,62	0,1297
K1	15,04107	70,17	0,0662
O1	13,94304	323,649	0,074
Mu2	27,96821	59,984	0,0449
2N2	27,89536	56,575	0,0404
SA	0,041068	222,066	0,0636
L2	29,52848	103,991	0,0308
M4	57,96821	329,544	0,0258
SSA	0,082137	102,256	0,0247

Tabla 2. Componentes armónicas de la marea astronómica en Santander. Z0 referido al cero del puerto

Asimismo, restando el residuo meteorológico del total, se ha determinado la curva de variación del nivel del mar por marea astronómica y a partir de él se han dibujado las funciones de densidad y de distribución correspondientes al régimen medio de la marea astronómica, la Imagen 4 y la Imagen 5.

En la Imagen 4 se ha representado la función de probabilidad de la marea astronómica, a partir de la cual se puede afirmar que el nivel del mar a media marea es poco probable, siendo más probable en situaciones de bajamar (1,8 m) y pleamar (3,7 m).

Según la función de distribución, Imagen 5, el límite superior de la marea astronómica es de 5,3 m, siendo el valor del cuantil 95 % de 4,5 m. El nivel medio se encuentra en la cota 2,83 m.

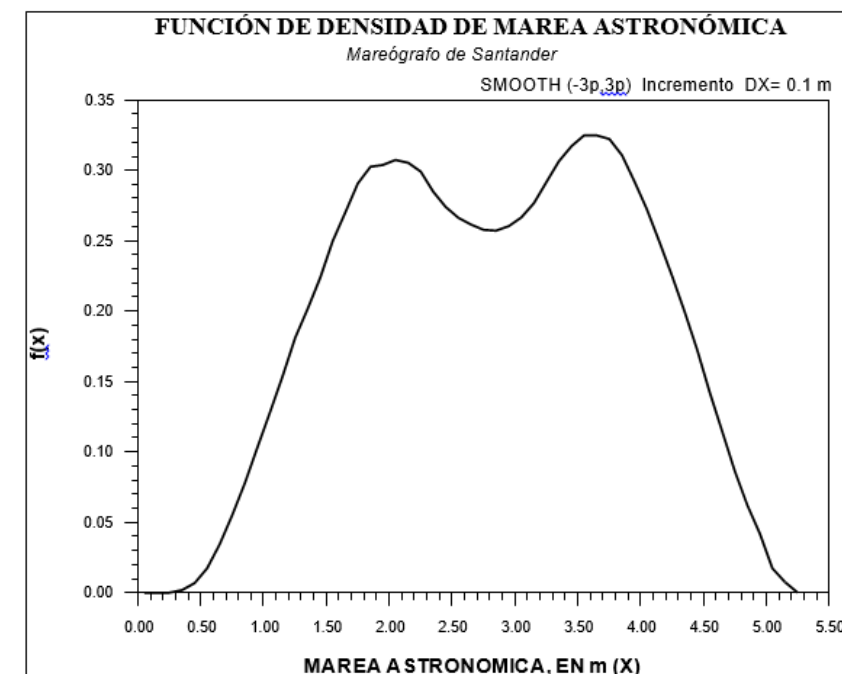


Imagen 4. Función de densidad de la marea astronómica.

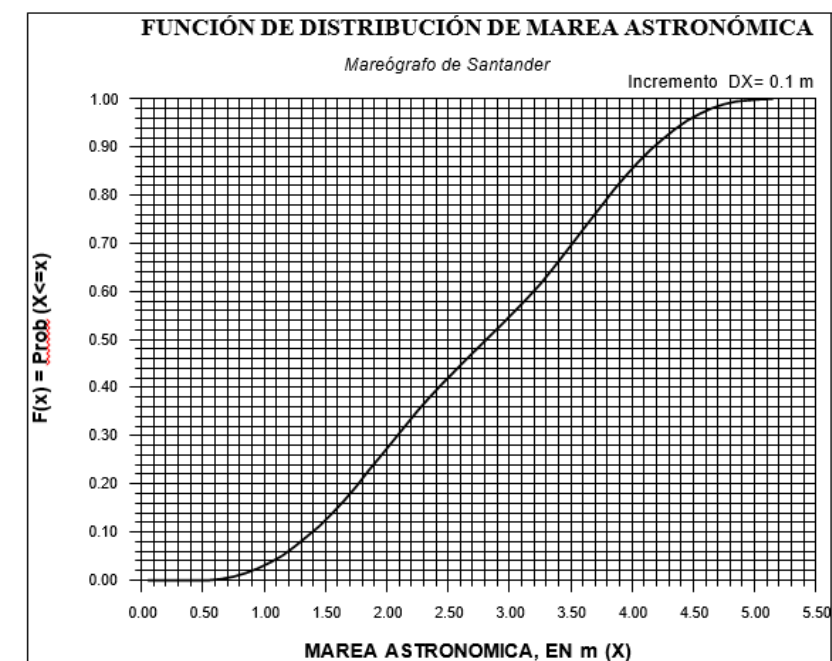


Imagen 5. Función de distribución de la marea astronómica,



## 2.5. Marea meteorológica

El residuo meteorológico que se obtiene tras la realización del análisis armónico se debe a las variaciones de presión atmosférica y al arrastre del viento, causados por las perturbaciones meteorológicas y a otras perturbaciones aleatorias del nivel medio del mar. Dicho residuo tiene carácter aleatorio y su régimen medio sigue una distribución aproximadamente normal. (Ver Imagen 6 e Imagen 7)

A partir de la función de densidad se obtiene que el nivel de marea meteorológica más probable corresponde a una depresión de -0.1 m. Los valores máximos y mínimos que presenta la marea meteorológica son 0,325 m y -0,5 m respectivamente, siendo el valor del cuantil del 95 %, 0,08 m.

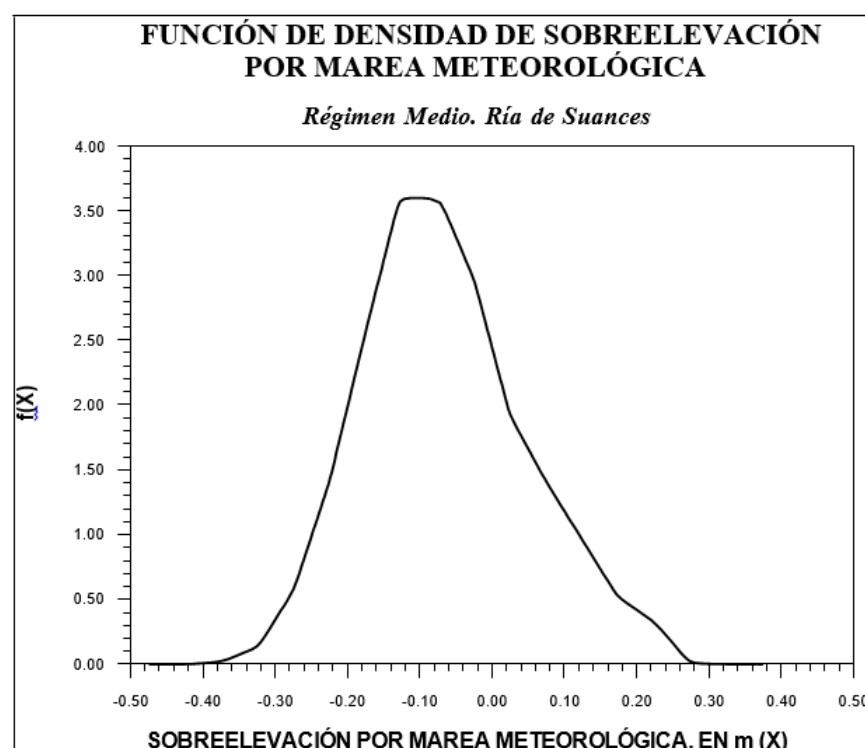


Imagen 6. Función de densidad de la marea meteorológica

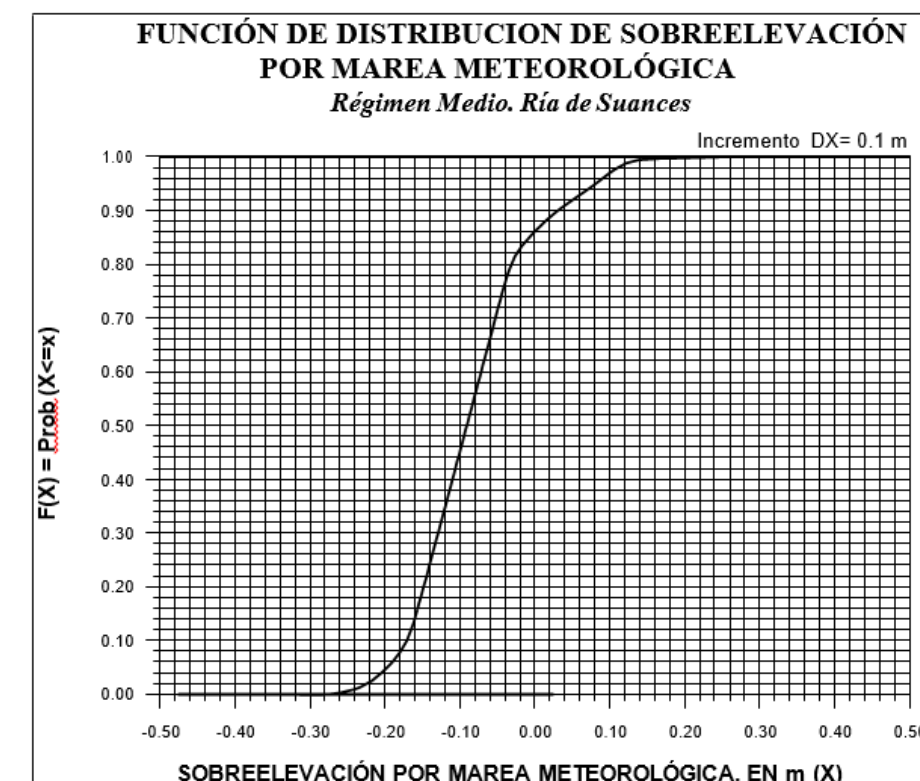


Imagen 7 Función de distribución de la marea meteorológica.

## 2.6. Sobre-elevación por rotura del oleaje

La rotura del oleaje en la playa provoca variaciones del nivel del mar, tanto en la zona exterior al punto de rotura como en la zona de rompientes. En esta última zona, la ecuación diferencial que gobierna el movimiento ya simplificada resulta:

$$\frac{d\eta_r}{dx} = k \frac{dh}{dx}$$

La solución de dicha ecuación ha sido dada por Longuet-Higgins y Stewart (1964):

$$\eta = k(h_b - h) + \eta_b$$

donde  $h_b$  y  $\eta_b$  son la profundidad estática y la variación del nivel medio del mar dinámico en el punto de rotura, respectivamente. Para oleaje irregular, Guza y Thornton (1981) determinaron, por medio de ensayos en playas reales, que la sobre-elevación por rotura,  $\eta$ , adoptaba un valor medio,  $\bar{\eta}$ , de  $\bar{\eta} = 0.17H_s$ , donde  $H_s$  es la altura de ola significativa.

A partir de esa relación se obtiene, para diferentes alturas de ola incidente, los siguientes resultados de sobre-elevación (Tabla 3):





$H_s$ (m)	$\eta$ (m)
1	0,17
2	0,34
3	0,51
4	0,68
5	0,85

Tabla 3. Sobreelevación generada por la rotura del oleaje (set-up)

Se observa cómo para alturas de ola significativa del orden de 3 m, la sobreelevación en la playa alcanza valores cercanos a 0,5 m.

El cálculo de la sobreelevación del nivel medio por rotura del oleaje será abordado simultáneamente con el estudio de las corrientes de rotura en el apartado 3.

## 2.7. Sobreelevación por agrupación de ondas. Surf-beat.

Cualquier observador del mar ha percibido alguna vez que las olas que alcanzan la costa no son tan iguales, sino que se agrupan formando “paquetes” de olas grandes y olas pequeñas. Estas agrupaciones de ondas, conocidas por el saber popular desde siempre, son más acusadas en situación de temporal y con periodos largos, es decir, en condiciones donde domina el oleaje tipo SWELL.

Entre otros efectos, los grupos de onda causan variaciones en el nivel medio del mar que, de este modo, sufre una depresión en la zona de las olas mayores y una sobreelevación en la zona de olas menores. La cadencia de olas grandes- olas pequeñas conlleva una cadencia de depresión- sobre-elevación que, usualmente, es conocida como la onda larga asociada a grupos de ondas.

El análisis de estas ondas largas fue realizado por Longuet- Higgins (1964) a partir del concepto de tensión de radiación y desarrollado posteriormente por Sand (1982) para oleajes direccionales. Este último se obtiene, a efectos prácticos de estimación de amplitud de onda larga, como:

$$\eta_L = \frac{GH_s^2}{16}$$

donde:

$G$  = función binomial de transferencia,  $G(T,h)$

$H_s$ = altura de ola significativa oleaje exterior

Así por ejemplo, si se considera un oleaje con  $H_s= 4$  m, con frecuencia de pico  $f_p= 0.1$  Hz, en una profundidad de 10 m, se tiene que la amplitud de la onda larga es de 0.35 m.

Cuando estas ondas largas se propagan en aguas de reducido calado, como puede ser una playa con su plataforma, tiene lugar una fuerte interacción entre la batimetría y la onda, de modo tal que es difícil determinar si la naturaleza de la oscilación es debida al oleaje o a su interacción con el fondo. De cualquier modo, se produce una fluctuación del nivel del mar en la zona de costa cuya existencia fue cuantitativamente demostrada por Munk (1948) y Tucker (1950) y denominada como “Surf Beat”.

Goda (1975) propuso una fórmula empírica para la estimación de la amplitud cuadrática media de dicha oscilación, basada en datos medios de campo:

$$\frac{\eta_{rms}}{H_{os}} = \frac{0.01}{\sqrt{\frac{H_{os}}{L_o} \left(1 + \frac{h}{H_{os}}\right)}}$$

Donde  $H_{os}$  es la altura de ola significativa exterior a la playa

En el caso de estudio, para  $T = 17$  s y  $h = 5$  m, se tiene (Tabla 4):

$H_{os}$	$\eta_{rms}$ (m)	$\eta_{max}$ (m)
2	0,16	0,37
3	0,22	0,51
4	0,27	0,62

Tabla 4 Amplitud cuadrática media y máxima del Surf-beat.

Si se tiene en cuenta la relación existente entre la amplitud máxima y la amplitud cuadrática media para un temporal de duración 4 horas y con 100 ondas largas,  $\frac{\eta_{max}}{\eta_{rms}} = 2.3$ , se obtiene que la sobreelevación máxima por surf- beat puede superar los 50 cm para olas mayores a 4 m, siendo el valor medio para dicho oleaje de unos 0,25 m.



## ANEJO Nº10: ESTUDIO HIDRODINÁMICO

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN: .....	4
2.	OLEAJE EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS .....	4
2.1.	Fuentes de datos.....	4
2.1.1.	Oleaje visual de barcos en ruta.....	4
2.1.2.	Datos del proyecto WASA.....	4
2.1.3.	Regímenes de oleaje en profundidades indefinidas.....	5
3.	OLEAJE EN LAS INMEDIACIONES DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA.....	8
3.1.	Metodología para la propagación del oleaje .....	8
3.1.1.	Batimetrías.....	8
3.1.2.	Modelo numérico de propagación. ....	8
3.1.3.	Mallas de propagación.....	8
3.1.4.	Resultados de propagaciones.....	10
3.2.	Regímenes de oleaje en las inmediaciones de San Vicente de la Barquera.....	13
3.2.1.	Metodología.....	13
3.2.2.	Regímenes mediosde altura de ola significativa en los puntos objetivo. ....	14
3.2.3.	Regímenes extremales de altura de ola significativa en los puntos objetivo .....	14
4.	CORRIENTES DE ROTURA .....	25
4.1.	Determinación de las corrientes longitudinales.....	25
5.	CORRIENTES DE MAREA.....	27
5.1.	Planteamiento del problema .....	27

5.2.	Aplicación del modelo H2D al estuario de San Vicente de la Barquera.....	28
5.2.1.	Datos de partida .....	29
5.2.2.	Resultados .....	29

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1.	Situación del punto de malla WASA 23212 .....	4
Imagen 2.	Régimen medio escalar de altura de ola significativa y periodo de pico en el Punto WASA. ....	6
Imagen 3.	Información referida al área I del Atlas de clima marítimo (ROM 0.3-91). ....	7
Imagen 4.	Batimetría general de la plataforma costera frente a San Vicente de la Barquera.....	8
Imagen 5.	Batimetría de detalle frente a San Vicente de la Barquera: Playa de Merón, desembocadura de la ría y la ensenada formada entre Punta del Castillo, Punta de la Silla y las Peñas Mayor y Menor. ....	8
Imagen 6.	Mallas orientadas al Norte utilizadas para la propagación del oleaje. La línea roja indica la cota del 0 del puerto. ....	9
Imagen 7.	Mallas orientadas al Nordeste utilizadas para la propagación del oleaje. La línea roja indica la cota del 0 del puerto. ....	9
Imagen 8.	Mallas orientadas al Noroeste utilizadas para la propagación del oleaje. La línea roja indica la cota del 0 del puerto. ....	9
Imagen 9.	Gráfica de isoalturas y vectores para la dirección NW, bajamar, Hs= 5 m y Tp= 14s.....	12
Imagen 10.	Gráfica de isoalturas y vectores para la dirección NW, pleamar, Hs= 5 m y Tp= 14s.....	12
Imagen 11.	Localización de los puntos objetivo. ....	14
Imagen 12.	Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 01.....	15
Imagen 13.	Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 02.....	15



Imagen 14. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 03. ....	16
Imagen 15. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 04. ....	16
Imagen 16. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 05. ....	17
Imagen 17. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 06. ....	17
Imagen 18. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 07. ....	18
Imagen 19. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 08. ....	18
Imagen 20. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 09. ....	19
Imagen 21. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 10. ....	19
Imagen 22. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 01. ....	20
Imagen 23. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 02. ....	20
Imagen 24. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 03. ....	21
Imagen 25. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 04. ....	21
Imagen 26. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 05. ....	22
Imagen 27. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 06. ....	22
Imagen 28. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 07. ....	23
Imagen 29. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 08. ....	23
Imagen 30. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 09. ....	24
Imagen 31. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 10. ....	24
Imagen 32. Corrientes por rotura de oleaje. Oleaje del Noroeste. H=5 m, T= 14 s, bajamar. ....	26
Imagen 33. Corrientes por rotura de oleaje. Oleaje del Noroeste. H=5 m, T= 14 s, pleamar. ....	26
Imagen 34. Malla de estudio para el modelo H2D. ....	28
Imagen 35. Batimetría de la malla de estudio para el modelo H2D. ....	29
Imagen 36. Campo de velocidades durante la máxima vaciante. ....	30

Imagen 37. Campo de velocidades durante la máxima llenante. ....	30
Imagen 38. Localización de los puntos de control. ....	31
Imagen 39. Variación temporal de la superficie libre en los puntos de control. ....	31
Imagen 40. Variación temporal del módulo de la velocidad en los puntos de control. ....	32

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sectores correspondientes a cada dirección en los regímenes medios del Punto WASA 23212. ....	5
Tabla 2. Mallas de propagación de oleaje. ....	9
Tabla 3. Parámetros Espectrales, profundidad y numeración de los casos propagados. ....	10
Tabla 4. Localización y profundidad de los puntos objetivo. ....	13
Tabla 5. Valores de ajuste de los parámetros de los regímenes escalares extremos. ....	14
Tabla 6. Casos propagados para la obtención de corrientes de rotura del oleaje. ....	25



## 1. INTRODUCCIÓN:

En el presente apartado, dedicado al clima marítimo, se analizan con detalle las distintas funciones de distribución del oleaje, tanto extremal como el medio anual, en profundidades indefinidas y en las proximidades de la desembocadura de la Ría.

Partiendo de las distintas fuentes de datos de oleaje en la zona, se presentan los regímenes de oleaje en profundidades indefinidas. A continuación, se presentan los regímenes de oleaje propagado en las inmediaciones de la desembocadura, en particular en la ensenada formada al oeste del dique de cierre entre Peña Mayor y Menor, Punta del Castillo y de la Silla. A lo largo de este apartado, se incluye una descripción detallada del procedimiento seguido para la construcción de los regímenes, así como de los modelos numéricos empleados en la propagación del oleaje.

## 2. OLAJE EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS

### 2.1. Fuentes de datos

Las fuentes de información de oleaje disponibles en el área de estudio proceden de tres fuentes distintas: 1) datos visuales aportados por barcos en ruta, 2) datos obtenidos a partir de información meteorológica mediante modelos de generación de oleaje y 3) datos medidos en boya (Programa de Clima Marítimo). A continuación se describen brevemente las características de cada una de estas fuentes de datos.

#### 2.1.1. Oleaje visual de barcos en ruta

Los datos visuales de barcos en ruta fueron facilitados por el British Meteorological Office y corresponden al sector N43,N45,W4,W7. En total, existen 6350 observaciones realizadas durante el periodo 1949- 1985. Estos datos han sido corregidos y calibrados, ya que los datos visuales tienen una componente subjetiva asociada a la capacidad de discriminación y experiencia de los observadores. Diversos trabajos existentes en el estado del arte permiten corregir estos datos y traducir las visualizaciones subjetivas a datos asimilables a medidas instrumentales objetivas. En concreto se traduce alturas de ola visual a alturas de ola significativa y periodos visuales a periodos de pico del estado de mar.

Esta información, junto con los datos del Programa de Clima Marítimo (PCM), fue empleada originalmente en el Estudio U.C.-96. En el presente estudio se ha completado y extendido la base de datos original con información proveniente de modelos de generación basados en datos meteorológicos. Esta base de datos es el resultado del Proyecto WASA.

#### 2.1.2. Datos del proyecto WASA

La palabra WASA proviene del acrónimo Waves and Storms in the North Atlantic. Este proyecto fue financiado por el programa European Union's Environment y su principal objetivo fue la confrontación de la hipótesis de aumento de tormentas, tanto en intensidad como en frecuencia, en el Atlántico Nororiental.

Para este propósito, el grupo WASA decidió reconstruir el clima marítimo de los últimos 50 años usando el modelo WAM de generación de oleaje, y la información meteorológica existente. De esta manera se obtuvo un conjunto de datos homogéneo que cubrió todo el Atlántico Norte.

Para este estudio, se ha solicitado al Programa de Clima Marítimo, la información correspondiente al punto de la malla 23212, de coordenadas 44° N, 6° W (Imagen 1).

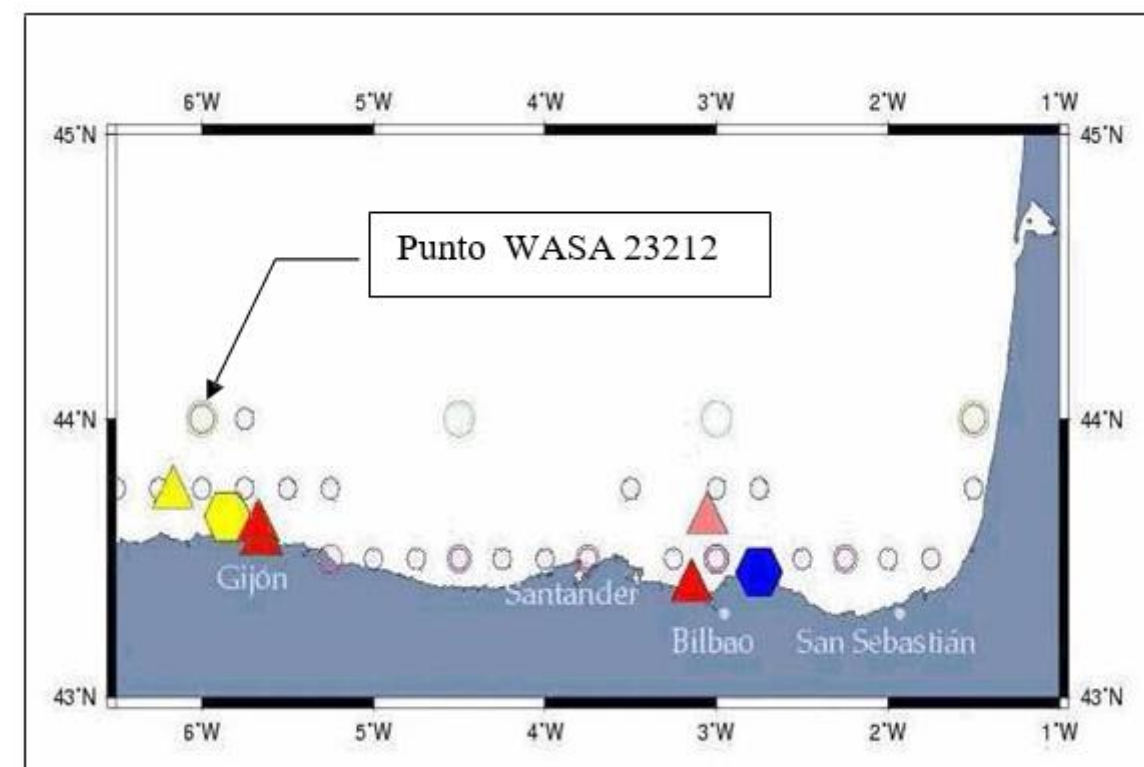


Imagen 1. Situación del punto de malla WASA 23212

La razón principal de la selección de este punto radica en la necesidad de calibrar los datos WASA. Para ello, se emplean los datos de las boyas de la red costera de Puertos del Estado. En este caso, en Gijón se han instalado tres boyas, dos escalares y, recientemente, una direccional. Debido a la duración de la base de datos,





cuyo periodo de medida coincide con la base de datos WASA, el procedimiento de calibración se efectuó con las dos boyas escalares, ubicadas en la zona exterior del Puerto:

Nombre	Latitud	Longitud	Profundidad	Periodo de medida
Boya I	43º 34,0' N	5º 39,0' W	23 m	Desde Enero 1981
Boya II	43º 36,7' N	5º 40,0' W	43 m	Desde Marzo 1994

Dado que el punto WASA seleccionado se encuentra al Oeste de San Vicente de la Barquera, tanto los oleajes del primer como del cuarto cuadrante serán más intensos, ya que los del primer cuadrante disponen de un Fetch geográfico más amplio y, por tanto, son capaces de adquirir un mayor desarrollo energético, mientras que los del cuarto cuadrante, generados en alta mar, al propagarse hacia la costa fuera de la zona de generación, sufren una disminución energética. En este sentido, los datos del punto seleccionado quedan del lado de la seguridad.

Por propia recomendación del PCM, sólo se ha utilizado la información de los 25 años comprendida entre las 00:00 horas del 1º de Enero de 1970 y las 00:00 horas del 1º de Enero de 1995, desechándose la información anterior, por la menor calidad de la base de datos meteorológicos.

La información disponible se divide en estados de mar de tres horas de duración. En cada estado de mar se tiene:

- Altura de ola del momento de orden cero espectral.
- Periodo de pico.
- Dirección del periodo de pico.

Los datos son secuenciales en el tiempo, por lo que pueden utilizarse para estudios de persistencia. El total de estados de mar es de 73048, por lo que la base de datos es considerablemente más grande que la visual. La información proporcionada por el punto WASA permite, tras la correspondiente propagación, calcular los regímenes medios y extremos, así como direccionales y escalares en un punto cualquiera, sujeto a la acción del oleaje que, en profundidades indefinidas, se encuentra caracterizado por la base de datos. Con el fin de caracterizar el oleaje en profundidades indefinidas, a continuación se presentan los regímenes de oleaje, representados por la altura de ola significativa, el periodo de pico y la rosa de oleaje.

### 2.1.3. Regímenes de oleaje en profundidades indefinidas

#### Regímenes medios

##### a) Metodología

La metodología para la obtención de los regímenes medios anuales de oleaje en profundidades indefinidas, definidos como la distribución en el año medio de un parámetro del estado de mar en profundidades indefinidas

frente a San Vicente de la Barquera. Los regímenes medios que se presentan son los escalares de los parámetros del estado de mar altura de ola significativa,  $H_s$ , y del periodo de pico,  $T_p$ .

Para la obtención de estos regímenes se ha utilizado la base de datos WASA. Los datos visuales se han descartado, pues la serie WASA es una serie sin huecos, por lo que los datos visuales siempre duplican datos del WASA. Los regímenes direccionales se han organizado en sectores de 22,5 º en el arco correspondiente al 4º y 1er cuadrante.

En la Tabla 1 se presenta la distribución energética del oleaje por direcciones en sectores de 22,5º. Para efectos de la propagación del oleaje, estrictamente se consideraron sólo los oleajes del 1er y 4º cuadrantes ( $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ , o bien,  $270^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ).

Cuadrante	Dirección	Sector	Porcentaje del tiempo %
4º	W	$270^\circ < \theta \leq 281,25^\circ$	7,38
	WNW	$281,25^\circ < \theta \leq 303,75^\circ$	33,48
	NW	$303,75^\circ < \theta \leq 326,25^\circ$	31,22
	NNW	$326,25^\circ < \theta \leq 348,75^\circ$	9,94
	N	$348,75^\circ < \theta \leq 360^\circ$	2,49
1º	N	$0^\circ < \theta \leq 11,25^\circ$	1,88
	NNE	$11,25^\circ < \theta \leq 33,75^\circ$	2,60
	NE	$33,75^\circ < \theta \leq 56,25^\circ$	2,20
	ENE	$56,25^\circ < \theta \leq 78,75^\circ$	2,00
	E	$78,75^\circ < \theta \leq 90^\circ$	0,63
2º	E	$90^\circ < \theta \leq 101,25^\circ$	0,25
	ESE	$101,25^\circ < \theta \leq 123,75^\circ$	0,21
	SE	$123,75^\circ < \theta \leq 146,25^\circ$	0,09
	SSE	$146,25^\circ < \theta \leq 168,75^\circ$	0,12
	S	$168,75^\circ < \theta \leq 180^\circ$	0,09
3º	S	$180^\circ < \theta \leq 191,25^\circ$	0,07
	SSW	$191,25^\circ < \theta \leq 213,75^\circ$	0,22
	SW	$21,75^\circ < \theta \leq 236,25^\circ$	0,52
	WSW	$236,25^\circ < \theta \leq 258,75^\circ$	1,71
	W	$258,75^\circ < \theta \leq 270^\circ$	2,91

Tabla 1. Sectores correspondientes a cada dirección en los regímenes medios del Punto WASA 23212.



Dado que el Punto WASA del que se toman los datos se encuentra a 4 oleajes del 2º y 3er cuadrantes supera a la existente en el 4º y 1er cuadrantes. Estos casos corresponden a situaciones de viento del Sur, que generan un SEA que en determinadas ocasiones supera al SWELL habitual del 4º cuadrante. El porcentaje del tiempo en que se producen estas situaciones es del 6,19 %. Aunque la asignación de estos datos a calmas es inexacta, debido a que el SWELL correspondiente no tiene por qué ser necesariamente nulo, se ha supuesto que en dicha situación la altura de ola del 1er o 4º cuadrante sea relativamente pequeña. 4º de latitud Norte, existe un pequeño número de observaciones en los que la energía del pico espectral de oleajes del 2º y 3º cuadrantes supera a la existente en el 4º y 1º cuadrantes. Estos casos corresponden a situaciones de viento del Sur, que generan un SEA que en determinadas ocasiones supera al SWELL habitual del 4º cuadrante. El porcentaje del tiempo en que se producen estas situaciones es del 6,19 %. Aunque la asignación de estos datos a calmas es inexacta, debido a que el SWELL correspondiente no tiene por qué ser necesariamente nulo, se ha supuesto que en dicha situación la altura de ola del 1º o 4º cuadrante sea relativamente pequeña.

#### b) Régimen medio escalar de altura de ola significativa y periodo de pico

En la Imagen 1 se presentan los regímenes medios escalares de altura de ola significativa y periodo de pico en el Punto WASA. En la parte superior de la imagen se presenta una rosa en la que se indica la proporción del tiempo con oleajes de la dirección correspondiente. Como se puede observar en las figuras, los oleajes con mayor probabilidad de ocurrencia en profundidades indefinidas corresponden a oleajes del cuarto cuadrante, exactamente los del WNW y los del NW. Esto mismo se constata en la imagen, donde se incluye el resultado del cálculo del flujo medio de energía en el punto WASA.

Para la altura de ola significativa, la probabilidad de no-excedencia del 50 % es de 2 m, mientras que la del 90 % es de 4,5 m. El periodo de pico que no es excedido el 50% del tiempo es de 10,5 s, mientras que el 90% del tiempo el periodo de pico no excede 14,5 s.

En la Imagen 3 se representa la información incluida en el Atlas de clima marítimo en el litoral Español referida al Área I (ROM 0.3-91), en el que se ubica la zona de estudio. En dicha figura se observa que los oleajes reinantes y dominantes corresponden a oleajes del cuarto cuadrante, tal y como se ha concluido del análisis de los datos del punto WASA, representando éstos casi un 70 % del tiempo y alcanzando valores de altura de ola significativa superiores a 8 m con periodo de retorno de 10 años.

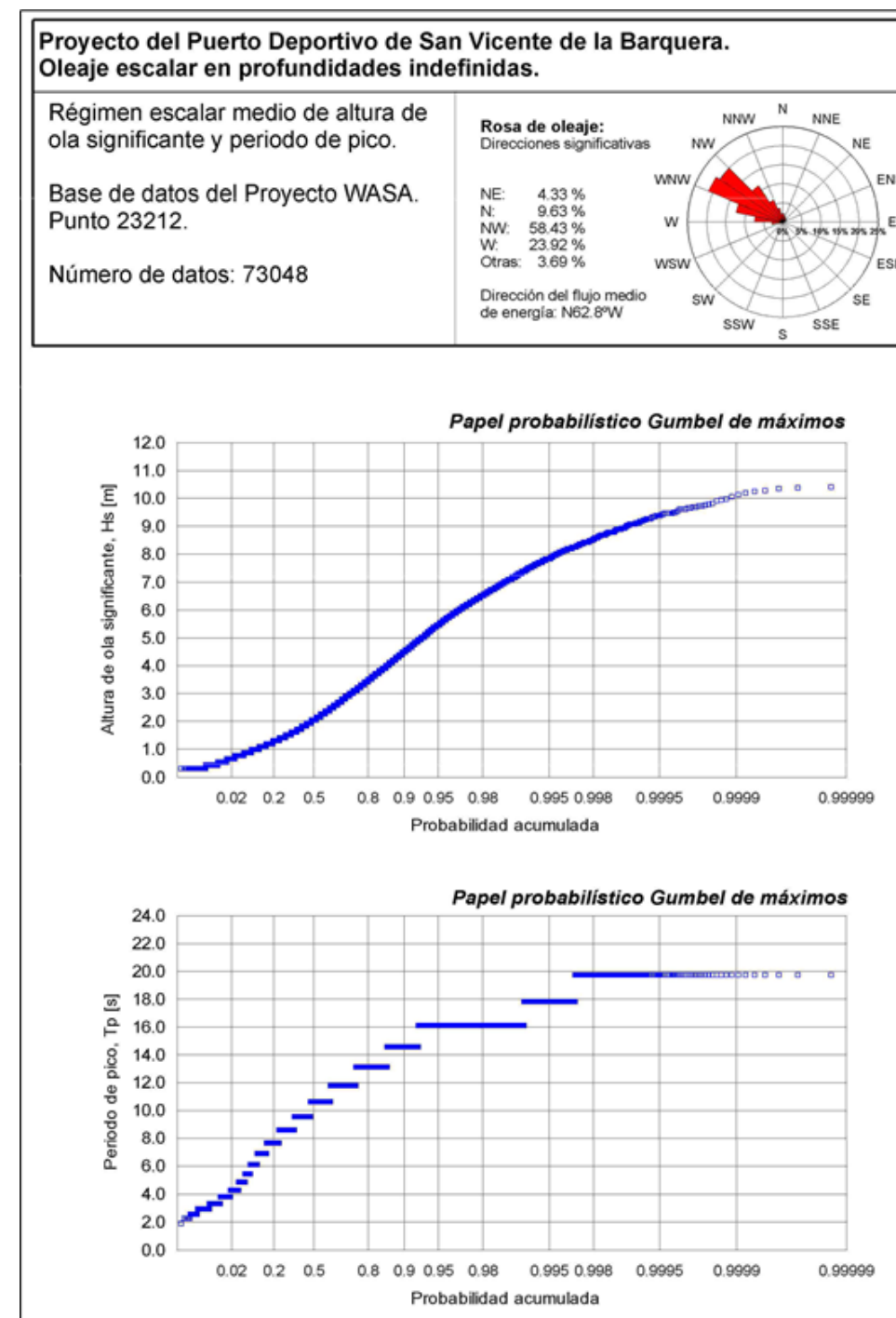


Imagen 2. Régimen medio escalar de altura de ola significativa y periodo de pico en el Punto WASA.



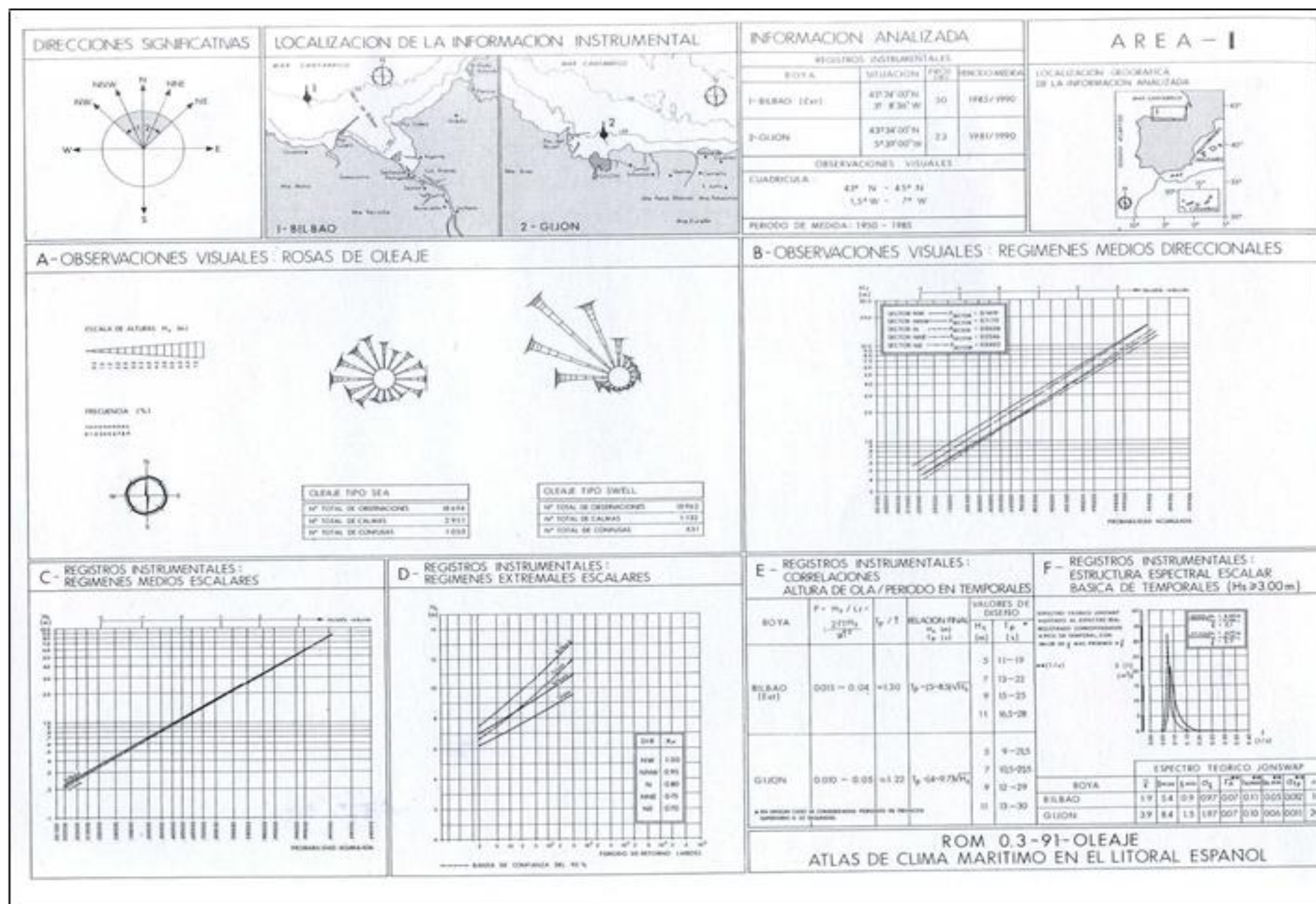


Imagen 3. Información referida al área I del Atlas de clima marítimo (ROM 0.3-91).





### 3. OLEAJE EN LAS INMEDIACIONES DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

#### 3.1. Metodología para la propagación del oleaje

La propagación del oleaje sirve a dos objetivos en este trabajo. En primer lugar, las figuras de propagación permiten obtener una imagen cualitativa y cuantitativa del proceso de propagación desde profundidades indefinidas hasta la zona de estudio, permitiendo detectar zonas de concentración o expansión del oleaje, ayudando al diseño de cualquier obra que se quiera llevar a cabo en el litoral. En segundo lugar, los resultados de las propagaciones permiten crear ficheros de propagación en puntos seleccionados, de manera que sea posible propagar posteriormente los regímenes desde profundidades indefinidas hasta dichos puntos.

##### 3.1.1. Batimetrías

La batimetría empleada para la representación de los fondos ha sido obtenida a partir de las cartas náuticas 4021 y 939 publicadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina. Los datos han sido complementados con planos de cartografía del término de San Vicente de la Barquera, realizados por la Diputación Regional de Cantabria, y a través de dos campañas topo- batimétricas realizadas en la desembocadura de la ría y en la zona exterior de la ría, más específicamente en la ensenada formada entre Punta de la Silla, Punta del Castillo y las Peñas Mayor y Menor. Como resultado, la batimetría empleada para representar la situación actual es la que se muestra en la Imagen 4 y la Imagen 5.

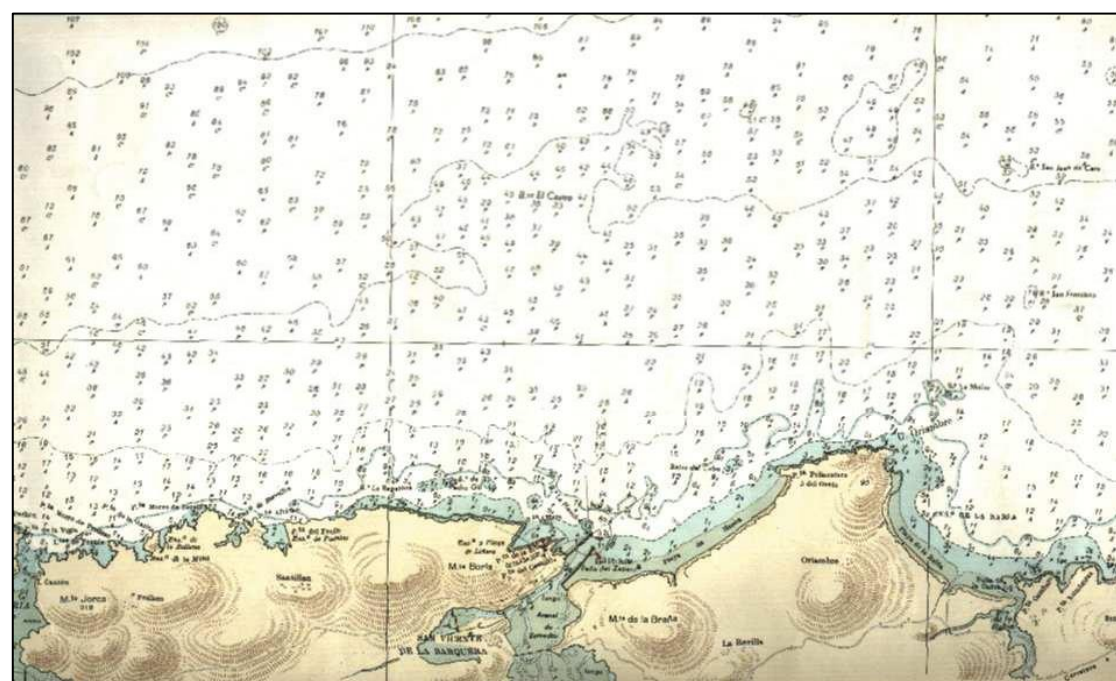


Imagen 4. Batimetría general de la plataforma costera frente a San Vicente de la Barquera.

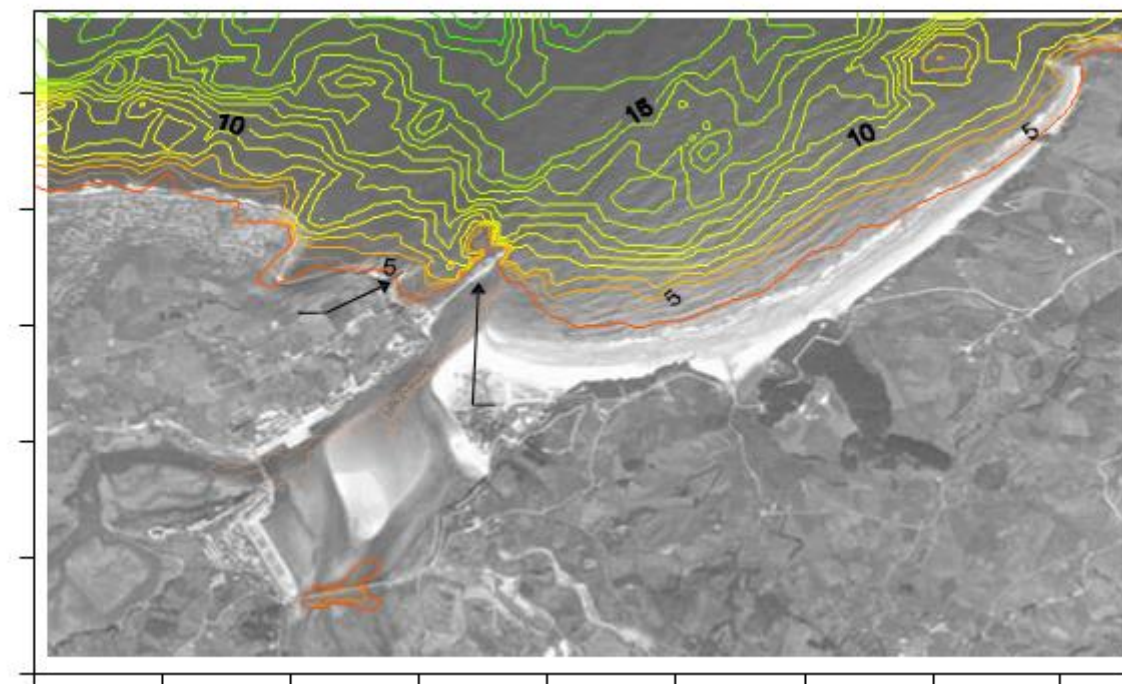


Imagen 5. Batimetría de detalle frente a San Vicente de la Barquera: Playa de Merón, desembocadura de la ría y la ensenada formada entre Punta del Castillo, Punta de la Silla y las Peñas Mayor y Menor.

##### 3.1.2. Modelo numérico de propagación.

Al propagarse el oleaje hacia la costa, se producen fenómenos de modificación del oleaje que afectan a la distribución espacial de la energía (refracción, reflexión, asomeramiento, rotura, fricción por fondo, etc.). El modelo numérico empleado para la propagación resuelve la forma parabólica de la ecuación de la pendiente suave e incorpora términos no lineales, simulación de la capa límite turbulenta o laminar y rugosidad por fondo, entre otros.

El modelo fue desarrollado inicialmente en la Universidad de Delaware, U.S.A. y mejorado posteriormente por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (GIOC) de la Universidad de Cantabria. Entre estas mejoras se encuentra la capacidad para la propagación de oleaje irregular, definido mediante la expresión de un espectro direccional en el borde exterior de la malla de propagación

##### 3.1.3. Mallas de propagación

Para considerar las distintas direcciones del oleaje de la base de datos WASA, se han configurado tres mallas de propagación, orientadas al Noroeste, al Norte y al Nordeste, respectivamente. Para cada una de las direcciones principales, se han configurado dos mallas, siguiendo el procedimiento de mallas anidadas, donde se define una malla de aproximación de profundidades indefinidas a intermedias, con una menor resolución espacial, y una





mallas de detalle, donde el oleaje se propaga a la costa con una definición espacial acorde a la configuración de la batimetría. Los resultados de la malla de aproximación representan la condición de contorno de la malla de detalle. En la Tabla 2 se presentan las características generales de las mallas de propagación y en la Imagen 6, la Imagen 7 y la Imagen 8 se presenta la disposición de las mallas frente a San Vicente de la Barquera.

Malla	Origen (UTM)	Rumbo	Dimensiones	Resolución
General al Norte	X= 382077,00 Y= 4811567,00	N	4000 11800	200 200
Detalle al Norte	X= 384877,00 Y= 4807567,00	N	2725 6000	25 25
General al Nordeste	X= 387314,94 Y= 4811800,69	N70E	3000 7200	200 200
Detalle al Nordeste	X= 387032,09 Y= 4807840,89	N70E	2300 3800	25 25
General al Noroeste	X= 383516,15 Y= 4807419,42	N70W	3000 5000	200 200
Detalle al Noroeste	X= 386061,74 Y= 4805722,36	N70W	2750 3800	25 25

Tabla 2. Mallas de propagación de oleaje.

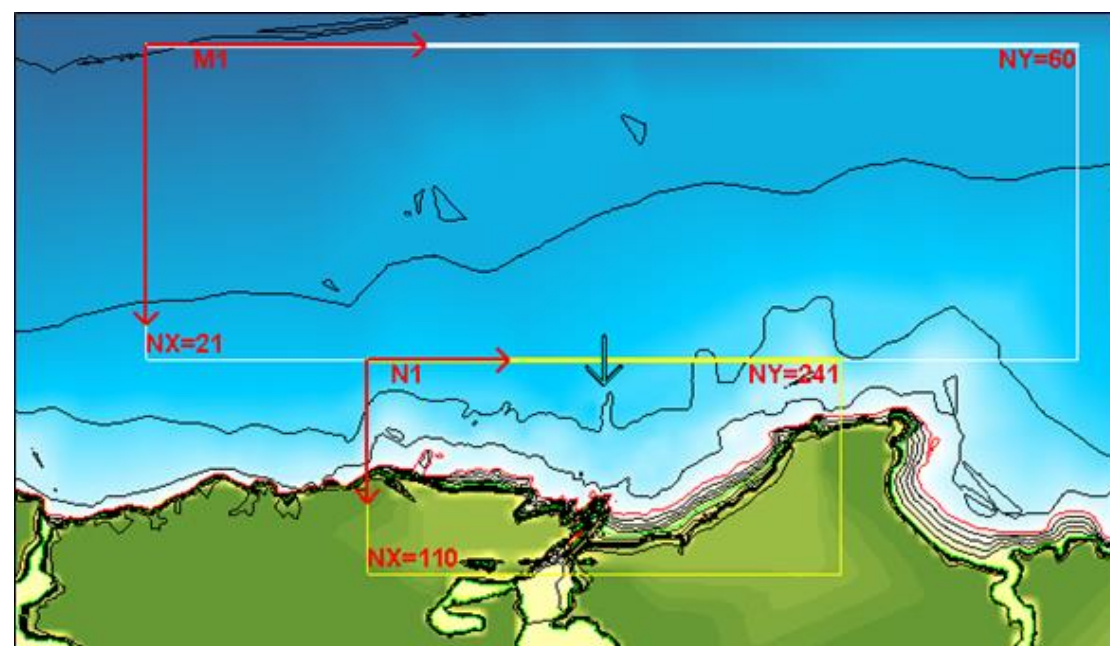


Imagen 6. Mallas orientadas al Norte utilizadas para la propagación del oleaje. La línea roja indica la cota del 0 del puerto.

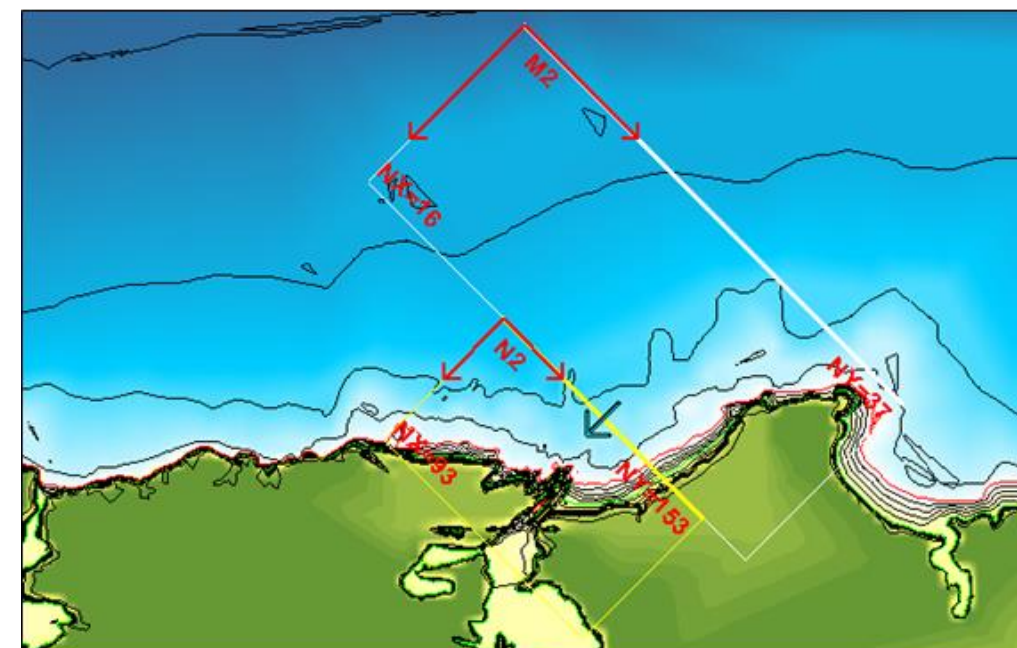


Imagen 7. Mallas orientadas al Nordeste utilizadas para la propagación del oleaje. La línea roja indica la cota del 0 del puerto

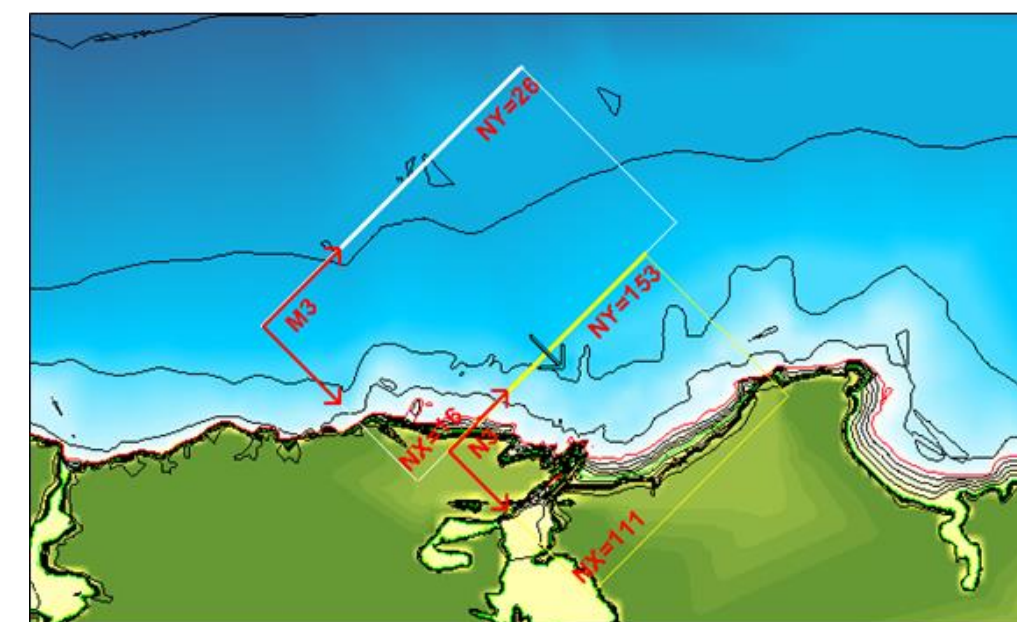


Imagen 8. Mallas orientadas al Noroeste utilizadas para la propagación del oleaje. La línea roja indica la cota del 0 del puerto.



### 3.1.4. Resultados de propagaciones.

Como se mencionó con anterioridad, la propagación del oleaje desde profundidades indefinidas hasta San Vicente de la Barquera se ha realizado mediante el uso del modelo numérico de propagación de oleaje OLUCA-SP. Dicho modelo permite la propagación de un espectro direccional de oleaje, definido por la altura de ola significativa, el periodo de pico, la forma espectral y la función de dispersión angular.

Para el caso de estudio, se han propagado espectros tipo TMA (Bows, et al., 1985) al que se le aplica la función de dispersión angular propuesta por Borgman (1984). Cada espectro propagado queda definido por cinco parámetros:

- $H_s$ : Altura de ola significativa, asignada a la altura del momento de orden cero espectral.
- $T_p$ : Periodo de pico.
- $\theta_m$ : Dirección media.
- $\gamma$ : Factor de pico.
- $\sigma_\theta$ : Parámetro de dispersión angular.

Los parámetros  $\theta_m$ ,  $\gamma$  y  $\sigma_\theta$  se mantienen fijos para cada dirección, quedando como variables la altura de ola significativa y el periodo de pico. Otra variable de la propagación es el nivel del mar con respecto al cero del puerto. Las propagaciones se han realizado en bajamar y en pleamar. Los periodos considerados han abarcado desde 7 s hasta los 18 s. En total se han propagado 90 casos. Las direcciones propagadas son N, NE, NW, N70E y N70W. Los parámetros espectrales y profundidad se incluyen en la Tabla 2.7.

$\theta$	$\gamma$	$\sigma_\theta$	Nivel de marea	$H_s$ (m)	$T_p$ (s)	Nº casos
NW	8	10	Pleamar y Bajamar	2 y 5	7; 10; 14 y 18	16
				9	10; 14 y 18	6
				12	14 y 18	4
N70W	8	10	Pleamar y Bajamar	2 y 7	7; 10; 14 y 18	16
				5	14 y 18	4
				12	14 y 18	4
N	5	12	Pleamar y Bajamar	2 y 5	7; 10 y 14	12
				9	10 y 14	4
NE	4	15	Pleamar y Bajamar	2; 5 y 7	7 y 10	12
N70E	4	15	Pleamar y Bajamar	2; 5 y 7	7 y 10	12

Tabla 3. Parámetros Espectrales, profundidad y numeración de los casos propagados.

Los resultados obtenidos en cada propagación se almacenan en ficheros de datos, a partir de los cuales pueden obtenerse las gráficas siguientes:

- Gráficas de isoalturas de ola significativa.
- Gráficas de vectores de altura de ola significativa- dirección media de propagación.
- Gráficas de isofases.
- Gráficas de superficie libre.

Dado el elevado volumen de figuras que supondría la presentación de todas las gráficas de propagación, se ha optado por presentar a modo de ejemplo, en la Imagen 9 y la Imagen 10 donde se presentan las gráficas de isoalturas y vectores para un oleaje del NW con altura de ola significativa,  $H_s=5$  m y periodo de pico,  $T_p=14$  s, tanto para bajamar como para pleamar.

Del conjunto de propagaciones efectuadas se concluye que:



- La desembocadura, la playa de Merón y la ensenada de Liñera se encuentran, en general, muy expuestas a todos los oleajes exteriores.
- Existe una modulación en la altura de ola en la zona exterior, con zonas de máximos y mínimos relativos en sentido Este-Oeste. Esta modulación es debida a la presencia de los bajos exteriores, visibles en las batimetrías mostradas en la Imagen 4 y la Imagen 5.
- Para los oleajes del cuarto cuadrante, se produce una concentración justo frente a la Punta del Castillo, entre Las Peñas Menor y Mayor y la Punta de la Silla.
- Para los oleajes del cuarto cuadrante, el efecto de la refracción produce que la dirección predominante que incide en la desembocadura y hacia el oeste de la misma, sea prácticamente hacia el Norte. Este efecto condiciona la forma en planta de la playa de Merón, especialmente en la zona próxima a la desembocadura.
- Debido a la concentración y las modulaciones antes citadas, en condiciones de temporal, existe un importante gradiente de altura de ola en la zona exterior de la desembocadura y frente a la playa. Estos gradientes condicionarán el sistema de corrientes producto de la rotura del oleaje.
- El sistema de corrientes quedará superpuesto a las corrientes de vaciante y llenante del estuario que son, a su vez, consecuencia de la importante carrera de marea astronómica.



**Proyecto: Puerto Deportivo en San Vicente de la Barquera**

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

**Caso espectral: N123****N1:****23: Caso23**

## Características de la simulación

**OLUCA-SP**

Espectro frecuencial (1MA)

Hs: 5 m

h: 80 m

Tp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s)

Q: 8

Nº Comp.: 5

Espectro direccional

L=45°(N45.0W)

E: 10°- Nº Comp.: 5

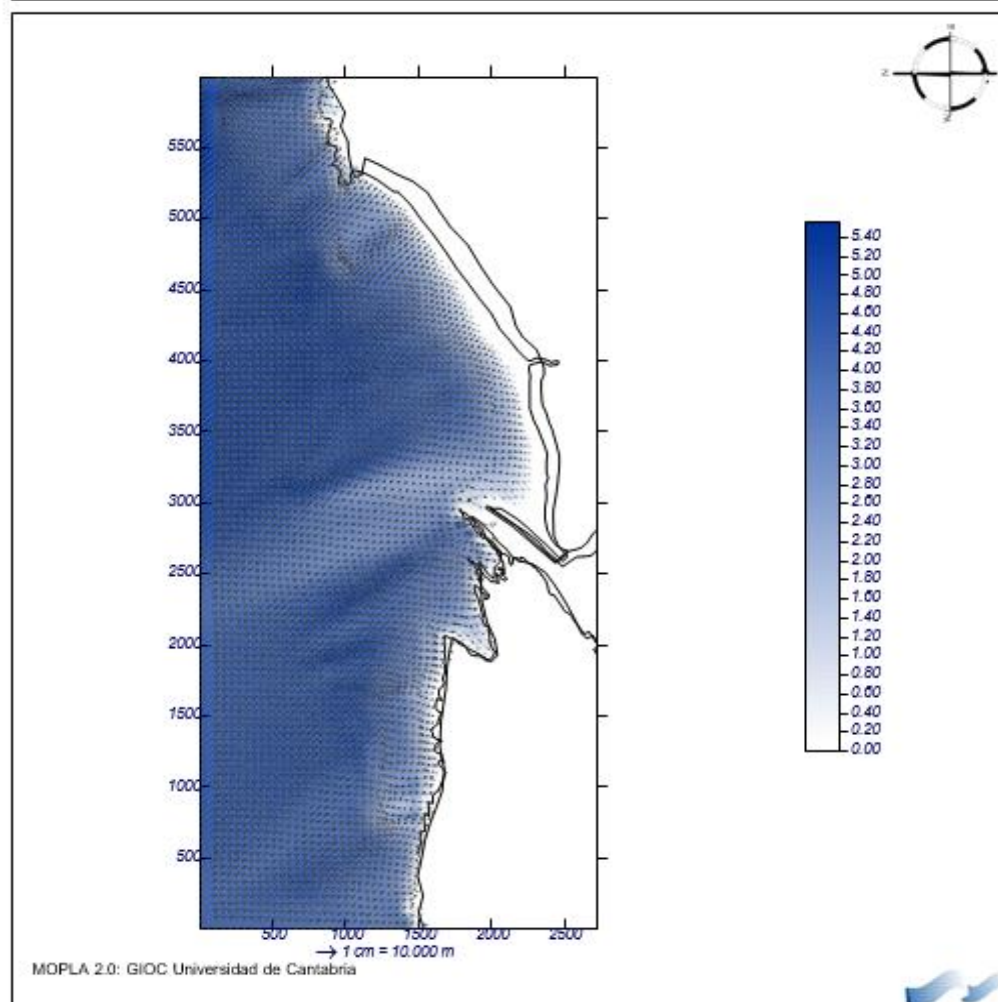
**COPLA-SP****MOPLA-SP**

Imagen 9. Gráfica de isoalturas y vectores para la dirección NW, bajamar, Hs= 5 m y Tp= 14s.

**Proyecto: Puerto Deportivo en San Vicente de la Barquera**

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

**Caso espectral: N136****N1:****36: Caso36**

## Características de la simulación

**OLUCA-SP**

Espectro frecuencial (1MA)

Hs: 5 m

h: 80 m

Tp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s)

Q: 8

Nº Comp.: 5

Espectro direccional

L=45°(N45.0W)

E: 10°- Nº Comp.: 5

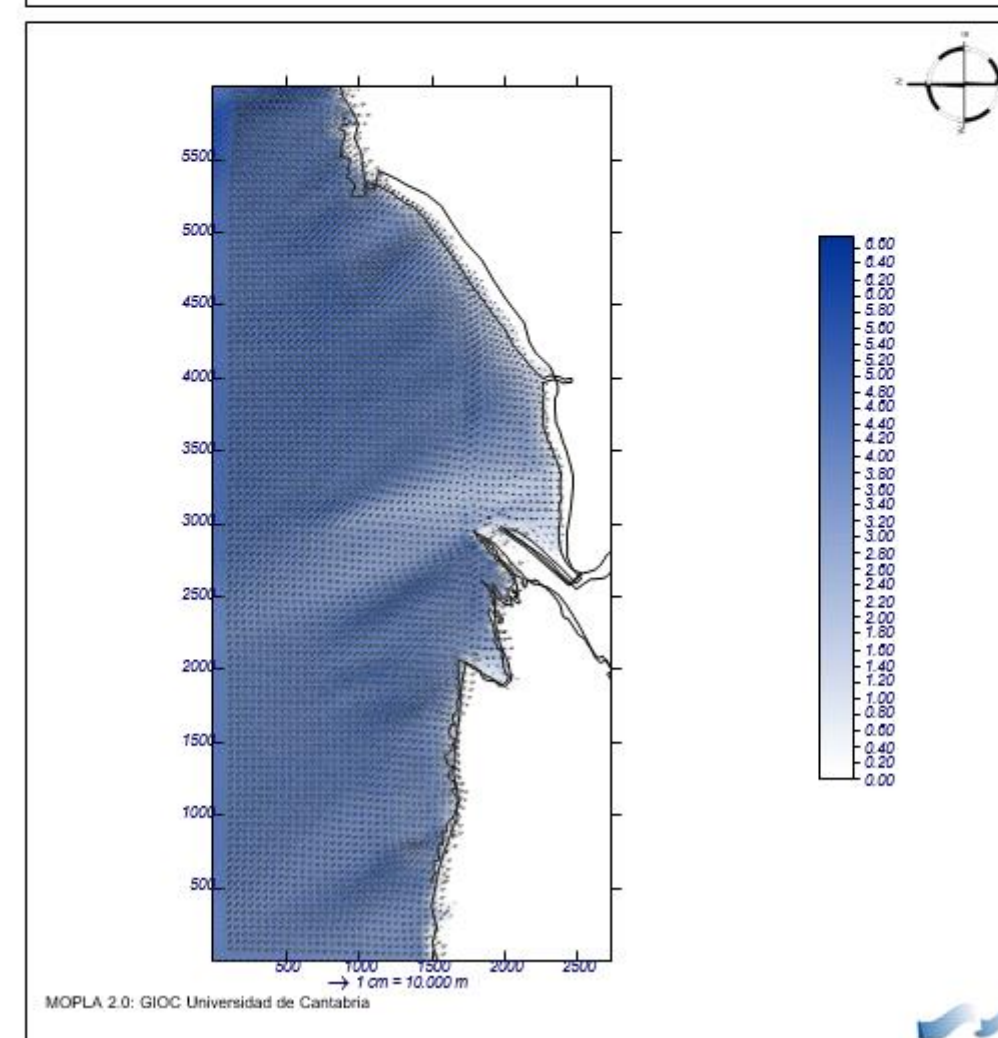
**COPLA-SP****MOPLA-SP**

Imagen 10. Gráfica de isoalturas y vectores para la dirección NW, pleamar, Hs= 5 m y Tp= 14s



3.2. Regímenes de oleaje en las inmediaciones de San Vicente de la Barquera

La elaboración de los regímenes de oleaje en las inmediaciones de San Vicente de la Barquera tiene dos objetivos fundamentales. Por un lado, es necesario caracterizar los regímenes medios de oleaje, ya que éstos representan la base para el estudio del comportamiento morfodinámico de la playa de Merón y, al mismo tiempo, definen la operatividad de los canales de acceso, áreas de maniobra y dársenas de atraque del puerto. Por otro lado, deben definirse los regímenes extremales de oleaje, ya que con ellos se definen los parámetros y solicitudes de diseño de las obras de protección y abrigo del puerto.

3.2.1. Metodología

Una vez efectuadas todas las propagaciones de oleaje, es posible realizar la propagación de toda la base de datos a puntos objetivo previamente establecidos. Dicha propagación se realiza asignando a cada dato ( $H_{si}$ ,  $T_{pi}$ ,  $\theta_i$ ) de profundidades indefinidas, un dato  $H_{sp}$ ,  $T_{pp}$ ,  $\theta_p$  en el punto objetivo.

Para asignar los valores en el punto objetivo se construye, para cada uno de dichos puntos, una tabla de seis columnas que contiene la siguiente información:

- 1ª Columna:  $H_{sp}$  en profundidades indefinidas.
- 2ª Columna  $T_{pp}$  en profundidades indefinidas.
- 3ª Columna:  $\theta_p$  en profundidades indefinidas.
- 4ª Columna: Nivel del mar respecto al cero del puerto.
- 5ª Columna: Coeficiente de propagación en el punto objetivo.
- 6ª Columna: Ángulo de incidencia de la frecuencia de pico en el punto objetivo.

Conocidos  $H_{si}$ ,  $T_{pi}$ ,  $\theta_i$  en profundidades indefinidas, el valor de la altura de ola significativa y de la dirección en el punto objetivo  $H_{sp}$ ,  $T_{pp}$ ,  $\theta_p$  se determina mediante un procedimiento de cuatro interpolaciones lineales en la tabla de propagación. El periodo de pico en el punto objetivo de asume sin variación.

Una vez propagada la base de datos hasta el punto objetivo, la determinación de los regímenes medios y extremales, direccionales y escalares, se realiza siguiendo la misma metodología empleada en profundidades indefinidas.

Para este estudio, se han elegido 10 puntos objetivo, cuya elección sigue dos criterios fundamentales. Primero, estudiar el comportamiento del oleaje medio y extremal para el diseño de las infraestructuras del futuro puerto deportivo, incluyendo los posibles canales de navegación y dársenas. Segundo, analizar el funcionamiento morfológico actual de la playa de Merón, con el fin de identificar los efectos que el nuevo puerto deportivo pudiera tener en ella.

Las coordenadas de localización UTM para todos los puntos, así como la profundidad en bajamar se muestran en la Tabla 4. Asimismo, su localización se puede visualizar en la Figura 2.18.

Basándose en el principio de acción de onda, el régimen escalar de periodo de pico puede suponerse igual que en profundidades indefinidas, por lo que no es necesario volver a calcularlo.

Punto	Coordenadas UTM		Profundidad [m]
	x [m]	y [m]	
01	387.217	4.805.742	2,30
02	387.312	4.805.888	4,35
03	387.506	4.805.952	5,15
04	387.633	4.805.857	5,60
05	387.963	4.805.875	6,19
06	388.043	4.805.631	3,35
07	387.559	4.805.689	4,30
08	387.575	4.806.217	9,70
09	388.979	4.806.921	15,45
10	389.567	4.806.151	5,10

Tabla 4. Localización y profundidad de los puntos objetivo.



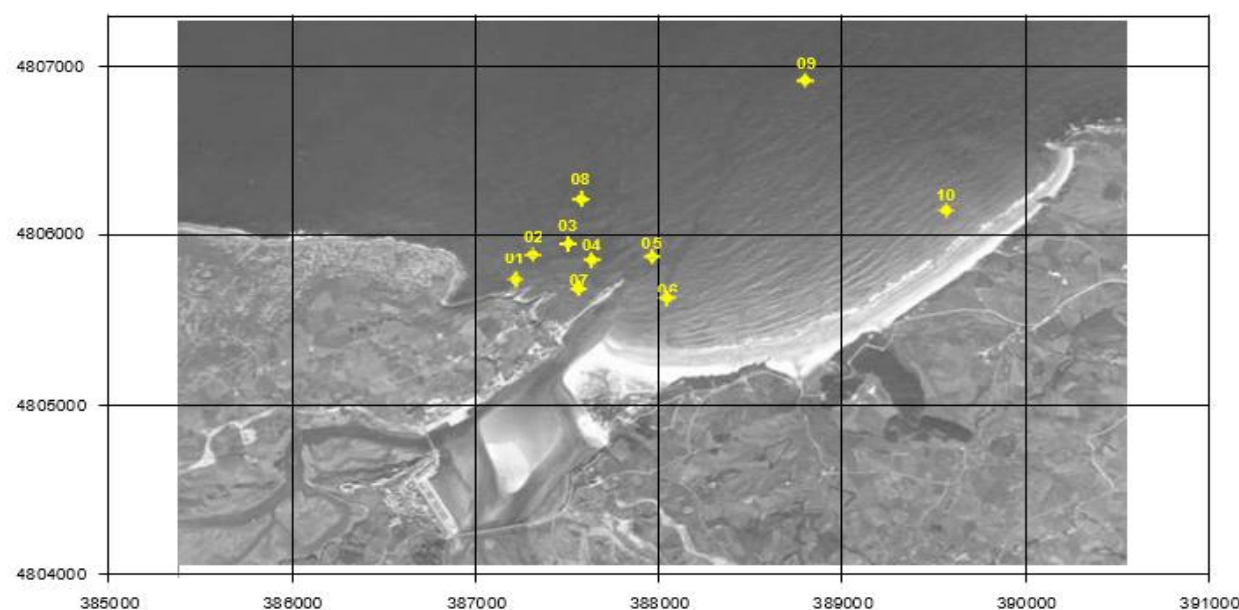


Imagen 11. Localización de los puntos objetivo.

### 3.2.2. Regímenes medios de altura de ola significativa en los puntos objetivo.

Como se mencionó con anterioridad, los regímenes de altura de ola significativa se construyen con la base de datos WASA propagada al punto objetivo, considerando para ello el régimen de niveles del mar presentado en el apartado anterior.

De la Imagen 12 a la 21 se presentan los regímenes medios escalares de altura de ola significativa en los puntos objetivo. En la parte superior de la figura de los regímenes se presenta una rosa, en la que se indica la proporción del tiempo con oleajes de la dirección correspondiente. Asimismo, se indica la dirección del flujo medio de energía, mostrada también en la imagen de localización del punto. Observando la rosa direccional, queda de manifiesto, cómo el oleaje al propagarse limita el abanico de direcciones, concentrándose en un rango relativamente pequeño. Esto se debe al fenómeno de refracción al que se ve sometido el oleaje, haciendo que los frentes se vuelvan paralelos a las líneas batimétricas.

Con fines comparativos, en la gráfica se ha incluido el régimen medio escalar en profundidades indefinidas. En general, la reducción de la altura de ola se debe, fundamentalmente, al proceso de rotura y refracción del oleaje. Nótese, por ejemplo, cómo la altura de ola se encuentra limitada por la profundidad, alcanzando un valor máximo en el régimen. Este efecto se hace más notable en el estudio del régimen extremal.

### 3.2.3. Regímenes extremos de altura de ola significativa en los puntos objetivo

La obtención de los regímenes extremos escalares en los puntos objetivo se ha realizado mediante la selección del valor máximo anual de la variable correspondiente, ya que la serie original WASA es lo suficientemente extensa (25 años) como para que este método sea más fiable que un método de excedencias. Los máximos anuales se ajustan a una función de distribución Gumbel de máximos, con una expresión general de la forma:

$$F(x) = P(X \leq x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x - \lambda}{\delta}\right)\right)$$

Para el ajuste, se sigue la metodología recomendada por Castillo (1992) en la que se busca la mejor correlación de los datos con la cola superior de la distribución Gumbel de máximos. En la Tabla 2.9 se presentan los parámetros de ajuste del régimen extremal escalar de altura de ola significativa en los puntos objetivo.

Punto	$\lambda$	$\delta$
1	5,7411	0,0837
2	6,2834	0,0968
3	6,6488	0,1153
4	6,7834	0,1057
5	7,7350	0,1297
6	3,8947	0,1387
7	6,2103	0,0919
8	8,6636	0,1435
9	6,9802	0,4331
10	6,3155	0,1050

Tabla 5. Valores de ajuste de los parámetros de los regímenes escalares extremos.

Asimismo, de las figuras 22 a la 31 se presentan los regímenes extremos escalares para todos los puntos objetivo. En las figuras se incluye, además de la localización del punto objetivo en la ensenada, así como la correlación entre el periodo de pico y la altura de ola correspondiente al régimen extremal. El objetivo de esta gráfica es proporcionar el valor del periodo de pico correspondiente, necesario en los cálculos de diseño de las obras de abrigo del puerto deportivo. En los regímenes queda de manifiesto la limitación por fondo de la altura de ola por lo que, para periodos de retorno superiores a 25 años, la altura de ola no aumenta.

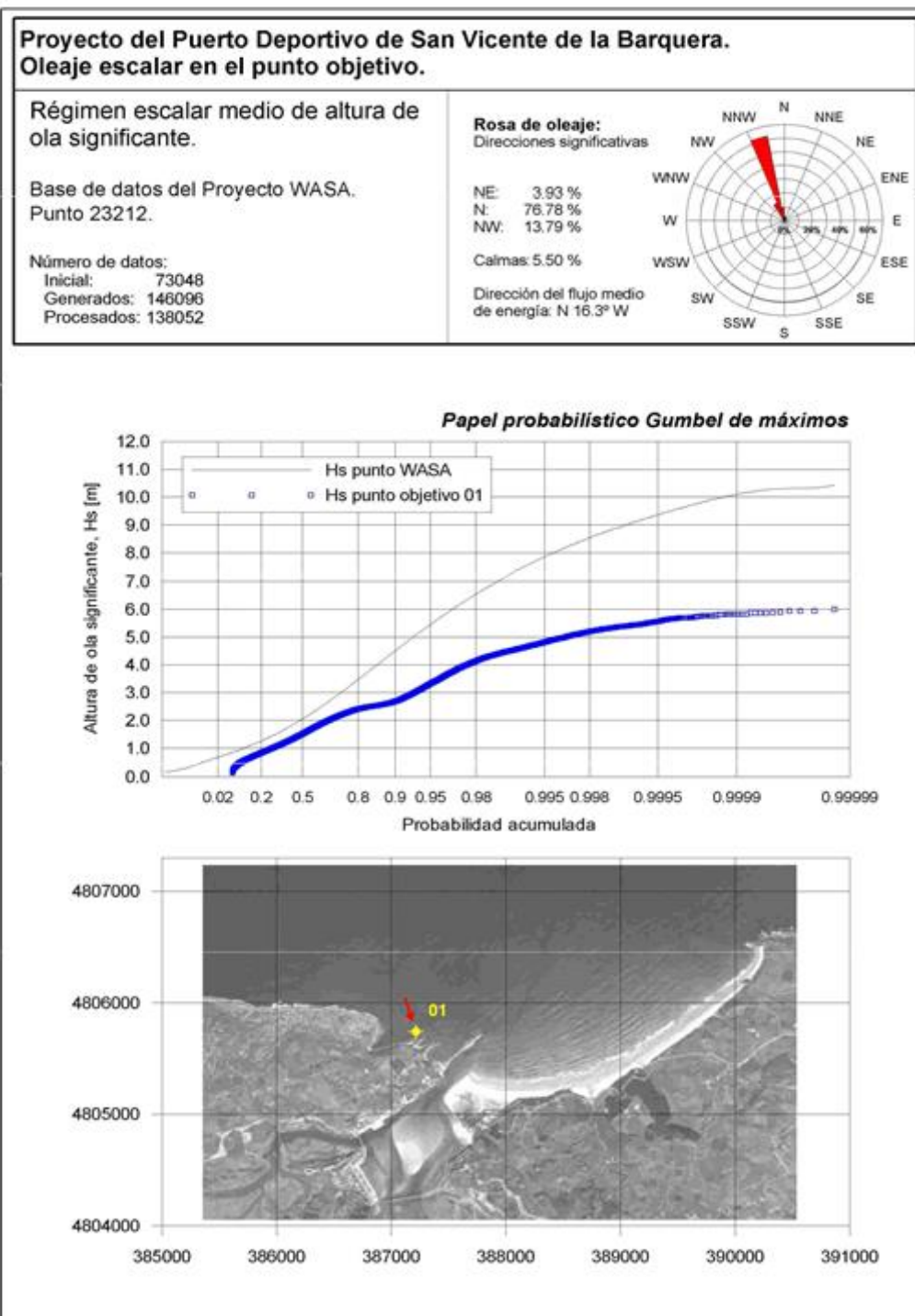


Imagen 12. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 01

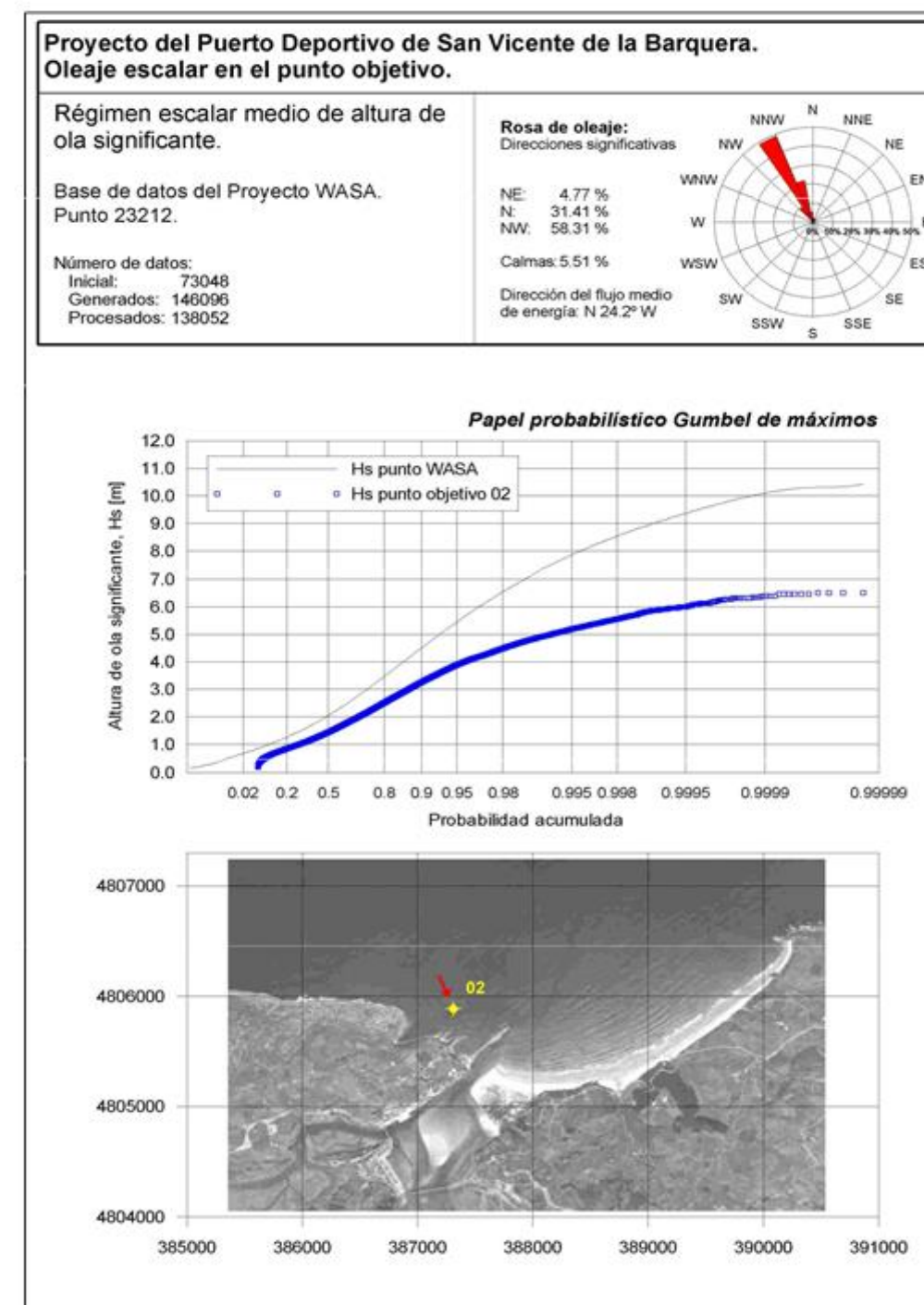


Imagen 13. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 02.

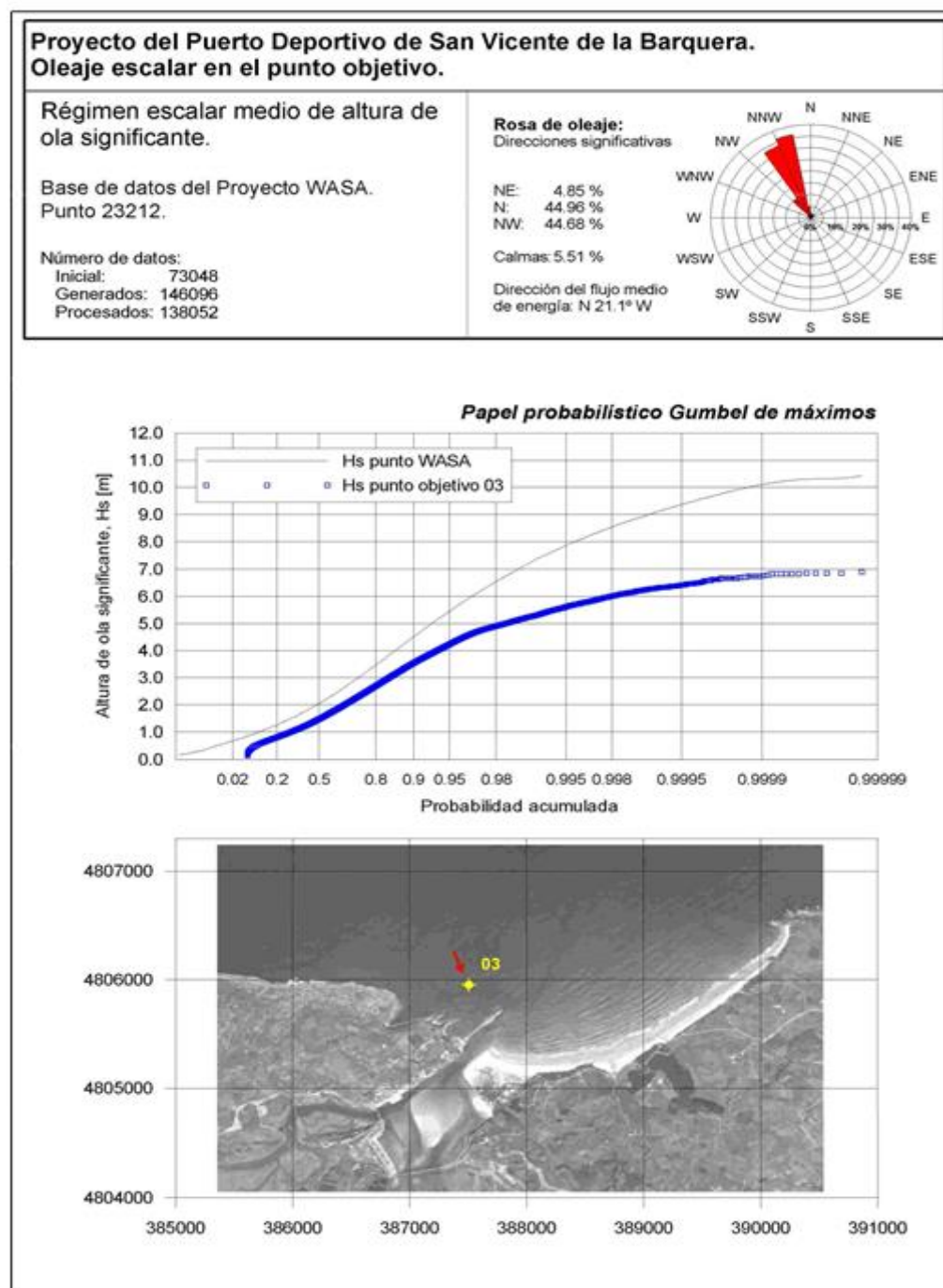


Imagen 14. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 03.

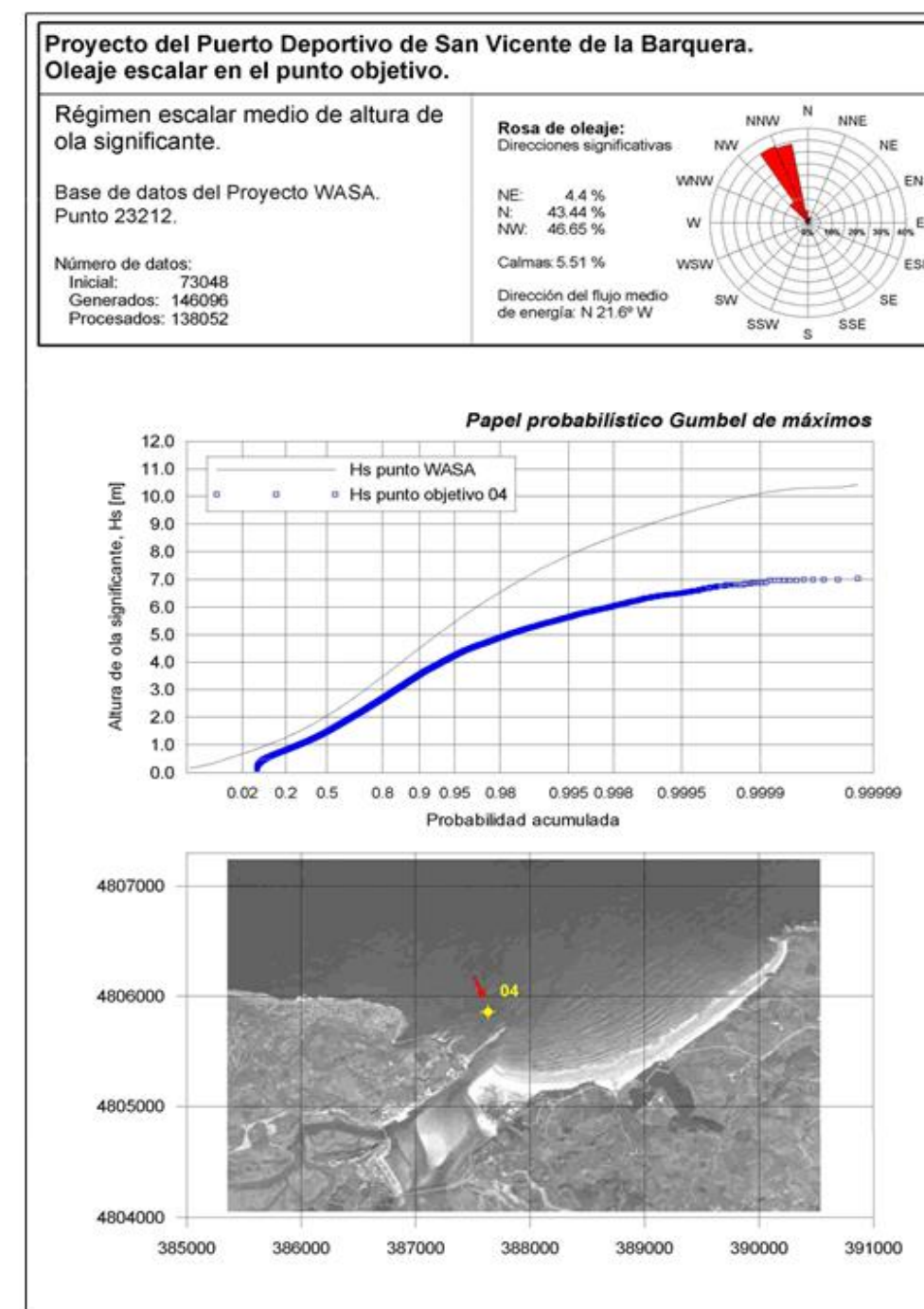


Imagen 15. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 04.



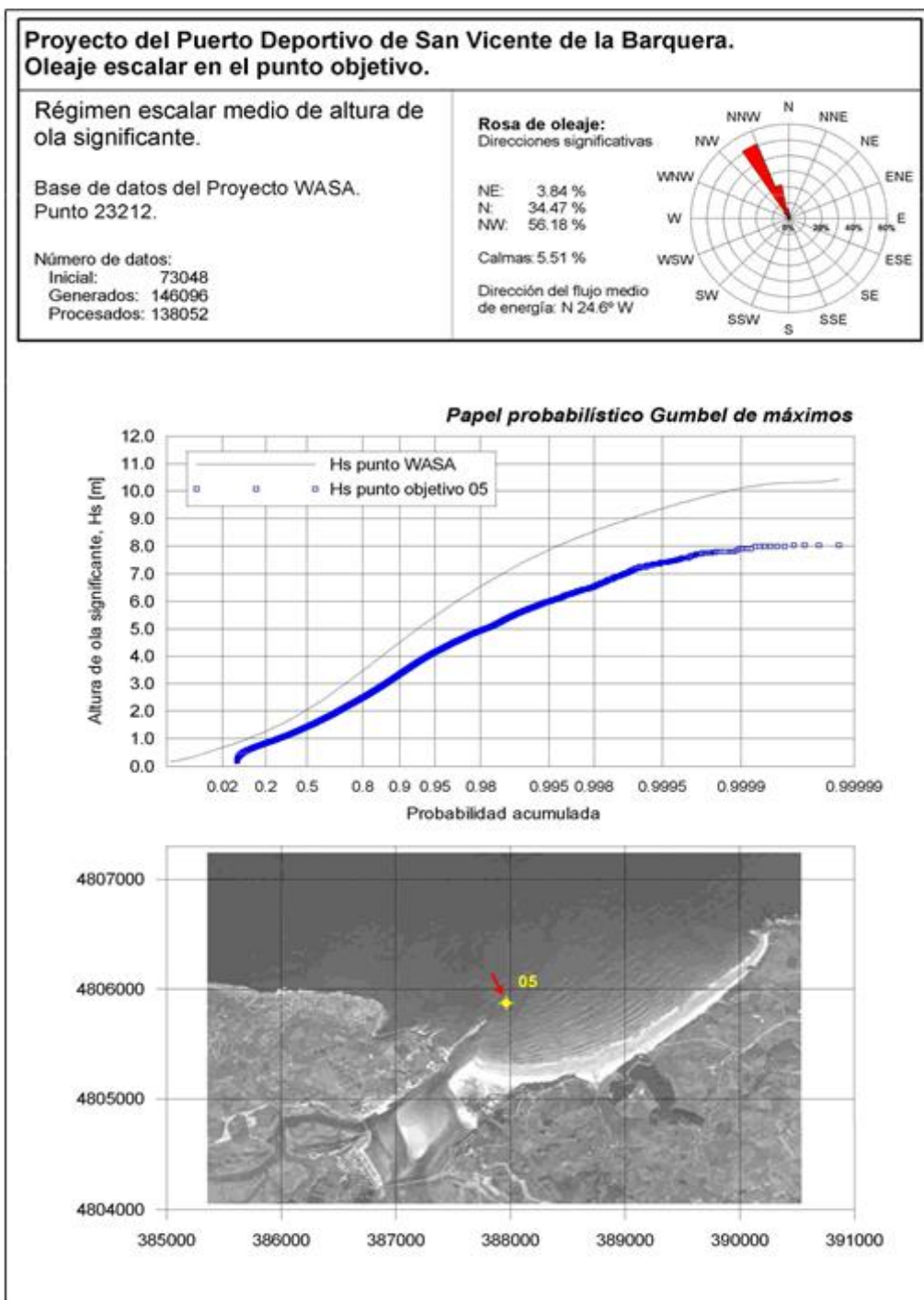


Imagen 16. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 05.

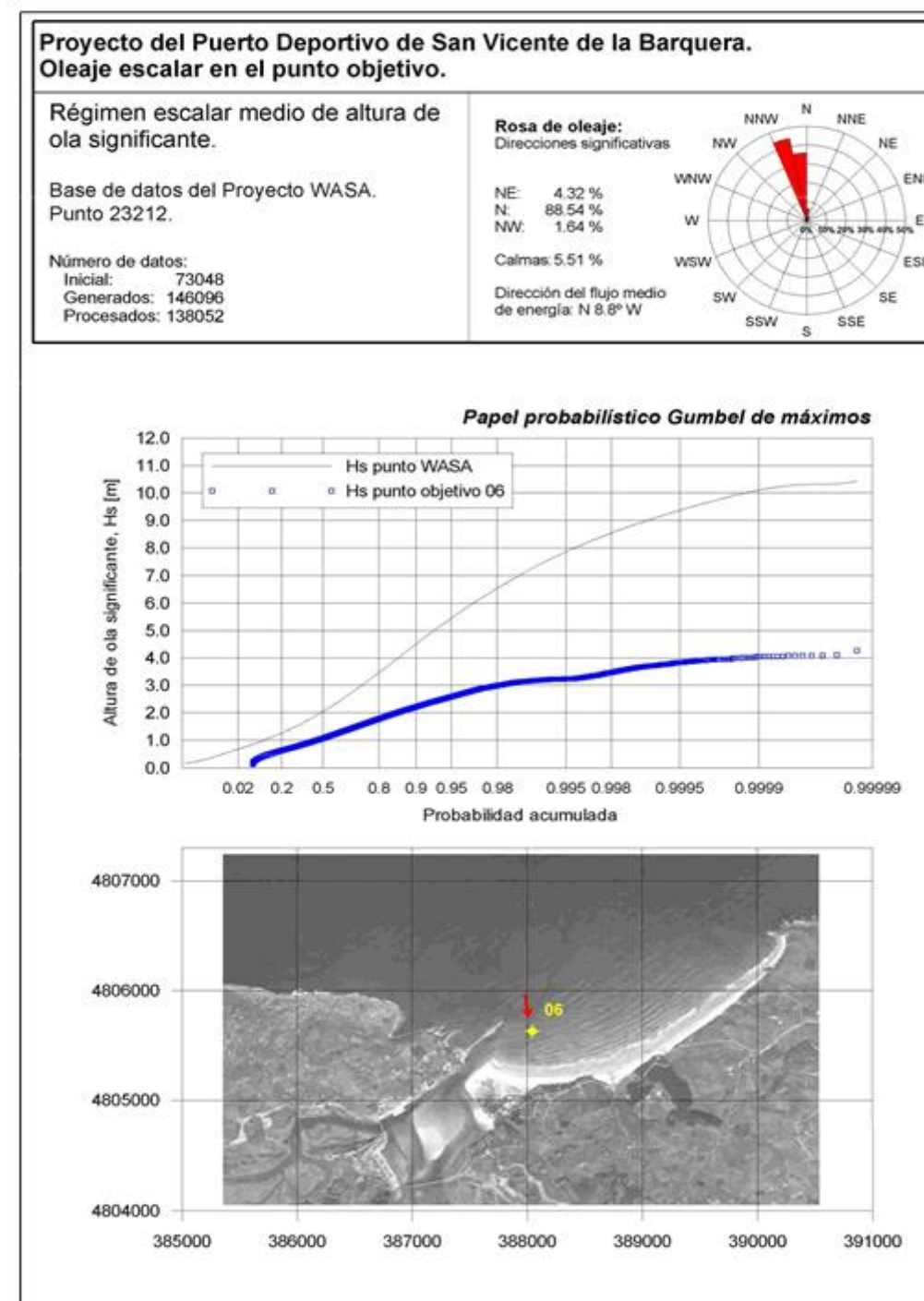


Imagen 17. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 06.

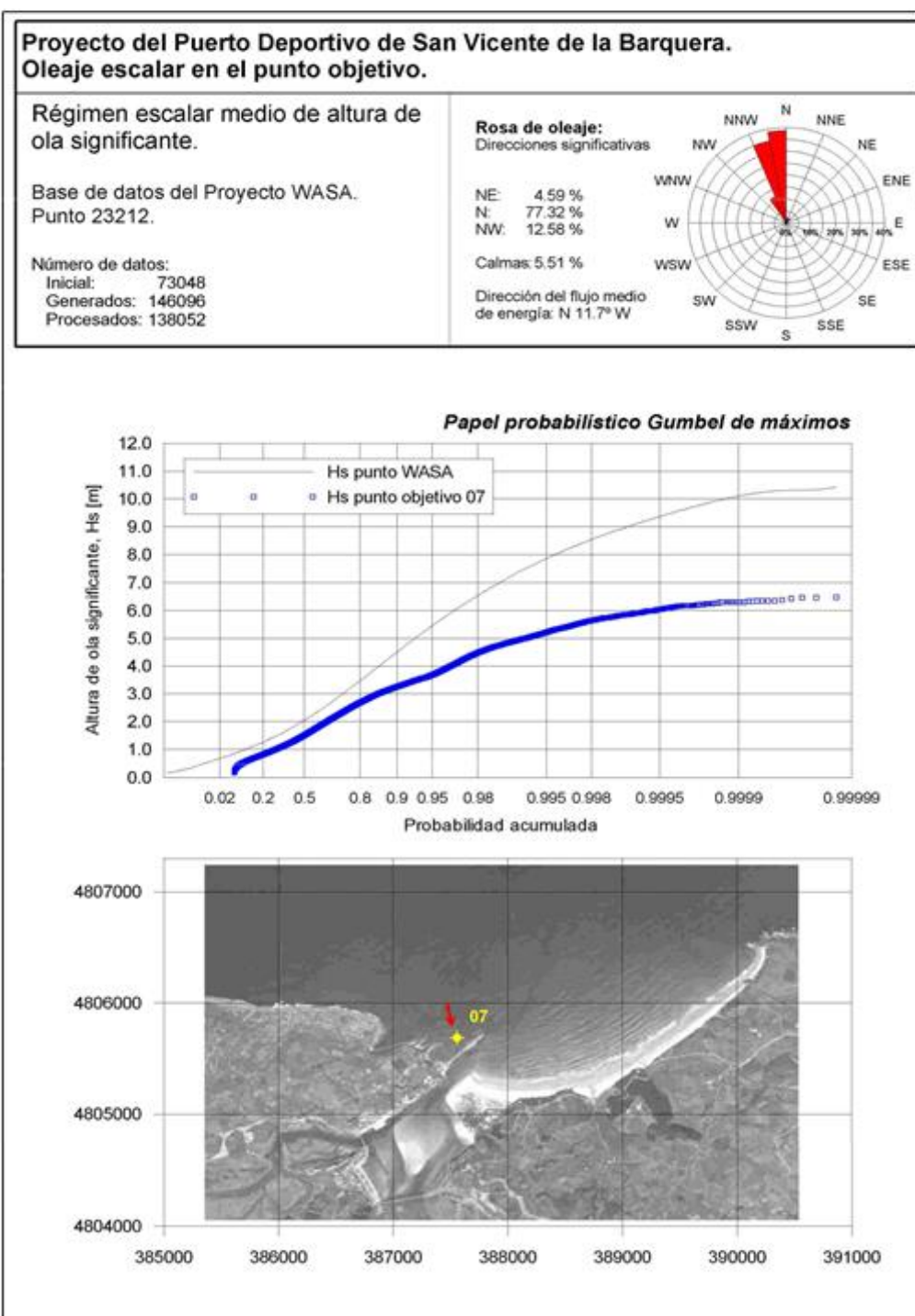


Imagen 18. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 07.

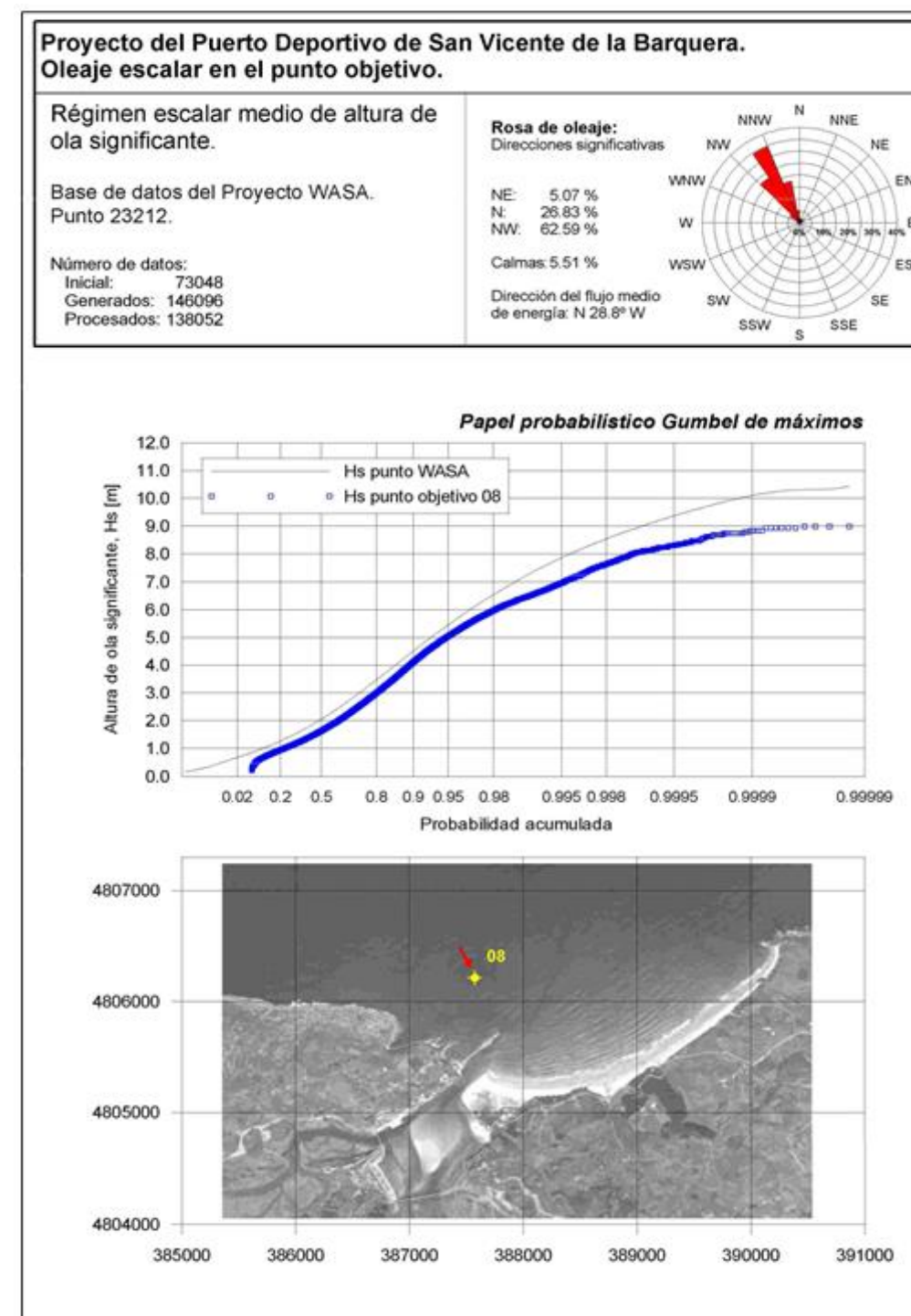


Imagen 19. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 08.



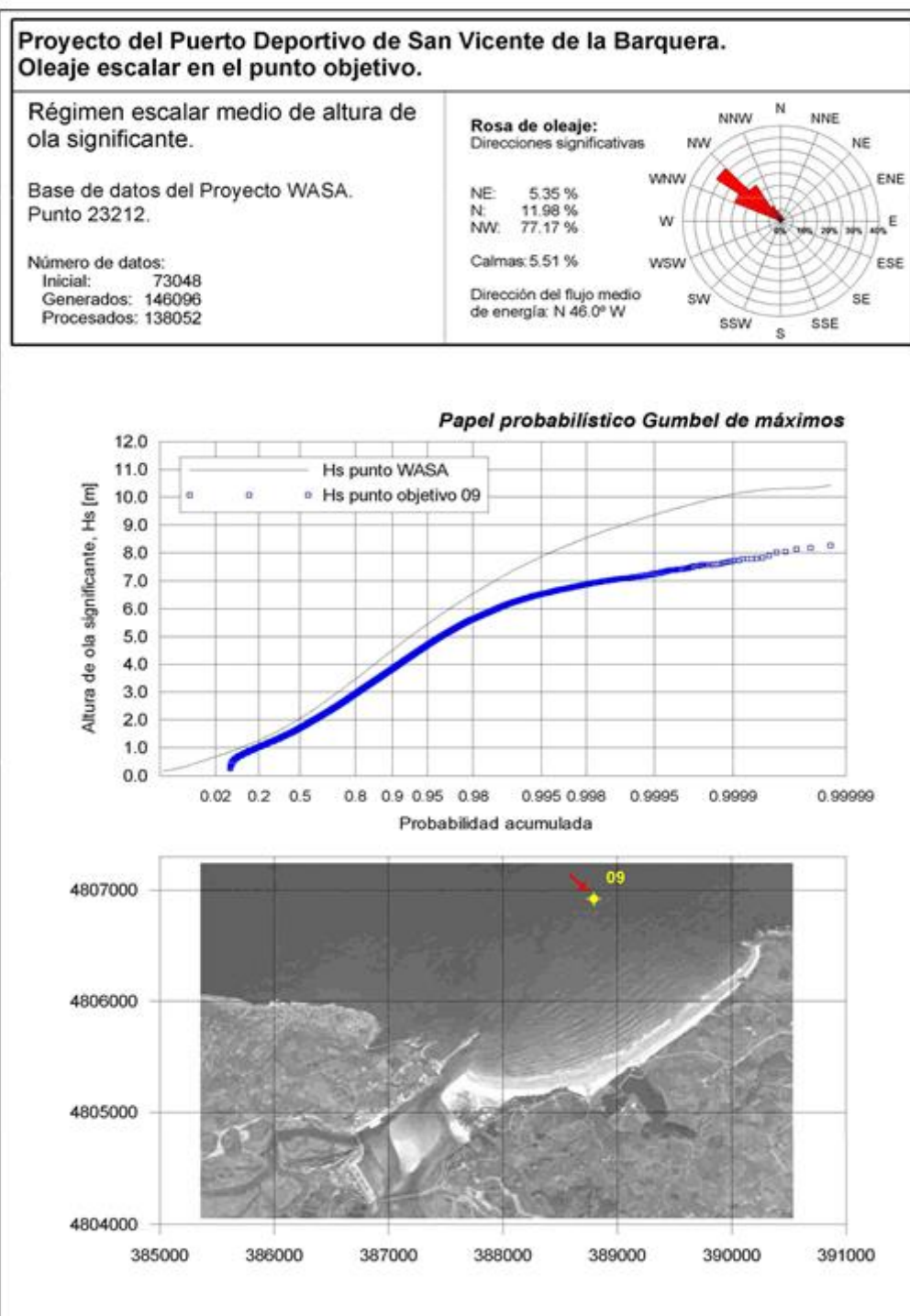


Imagen 20. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 09.

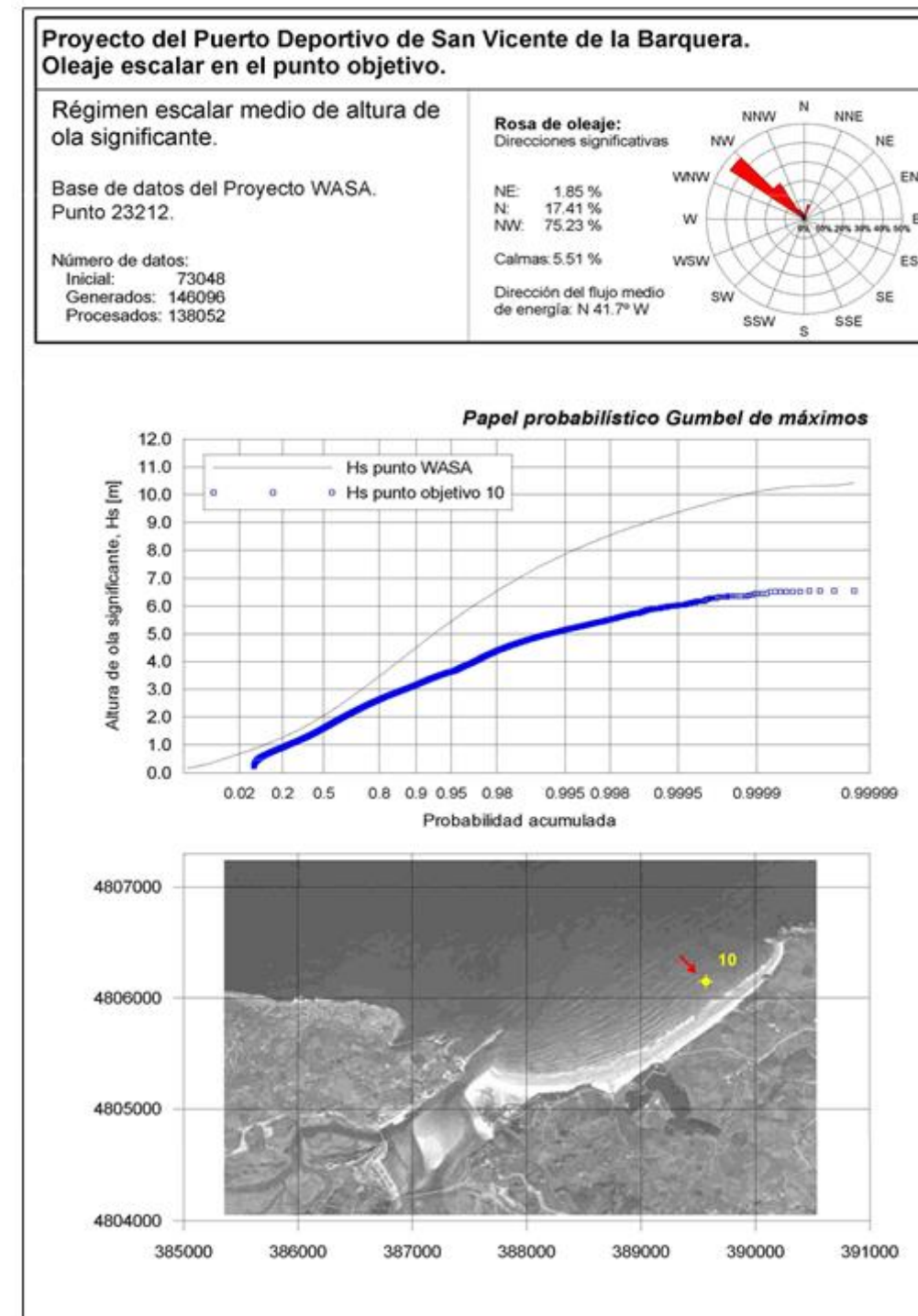


Imagen 21. Régimen medio escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 10.





Proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.  
Oleaje extremal en el punto objetivo.

Régimen escalar extremal de altura de ola significativa.  
Base de datos del Proyecto WASA. Punto 23212.

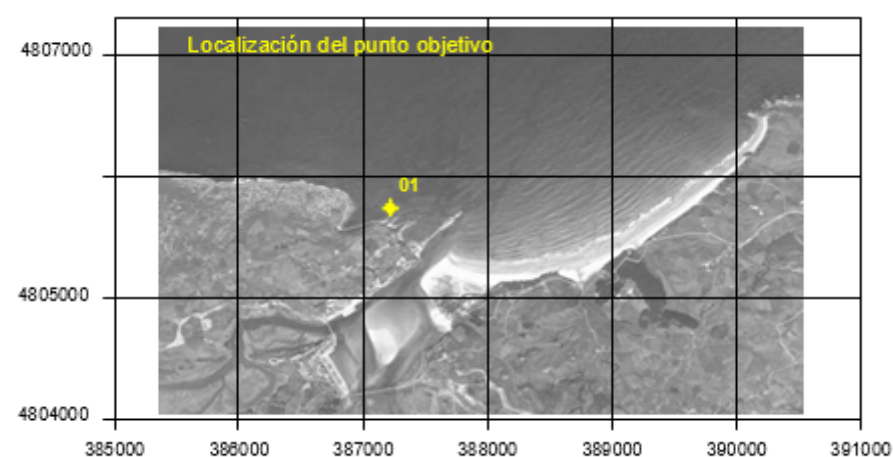
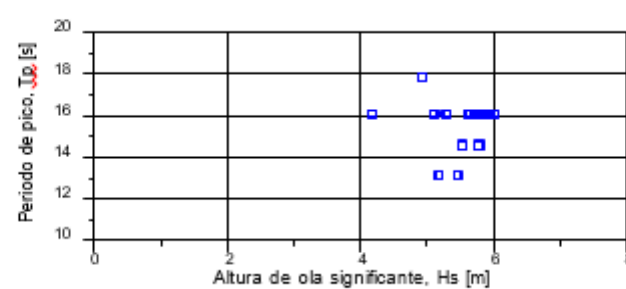
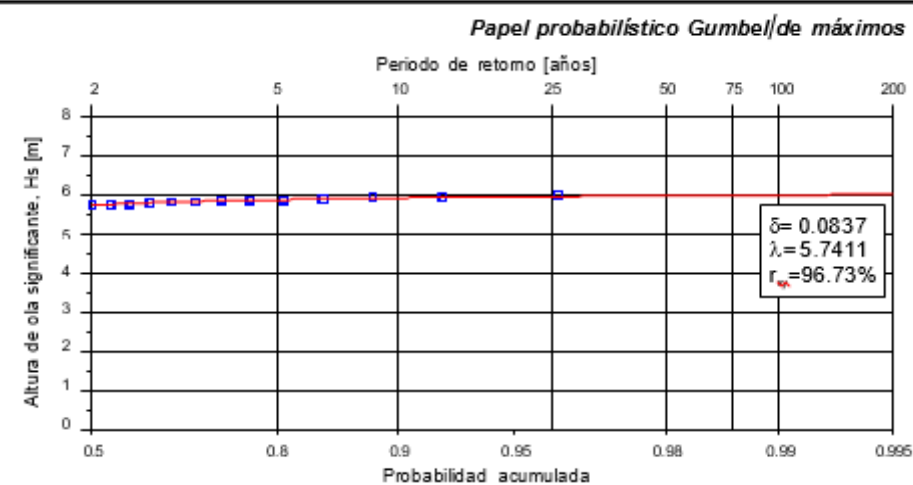


Imagen 22. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 01

Proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.  
Oleaje extremal en el punto objetivo.

Régimen escalar extremal de altura de ola significativa.  
Base de datos del Proyecto WASA. Punto 23212.

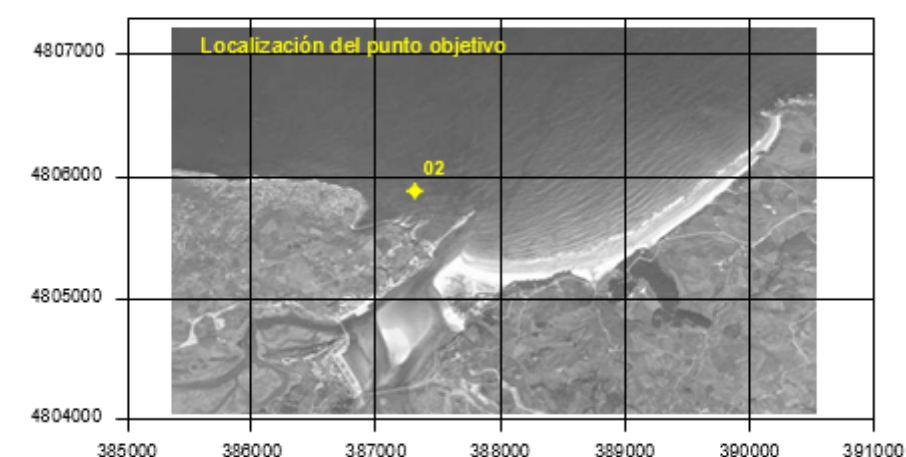
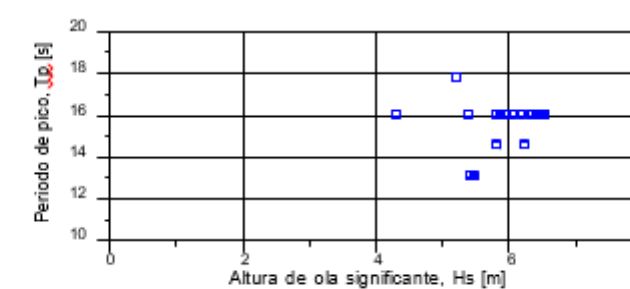
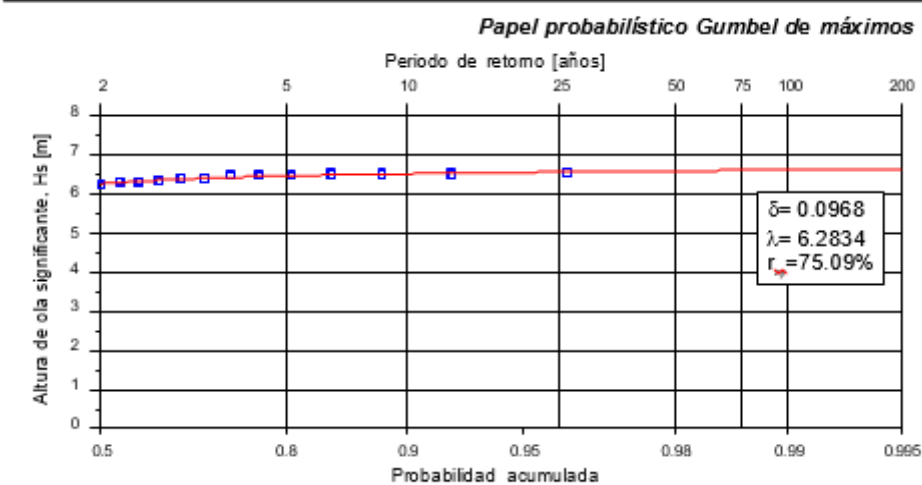


Imagen 23. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 02.



**Proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.  
Oleaje extremal en el punto objetivo.**

Régimen escalar extremal de altura de ola significativa.  
Base de datos del Proyecto WASA. Punto 23212.

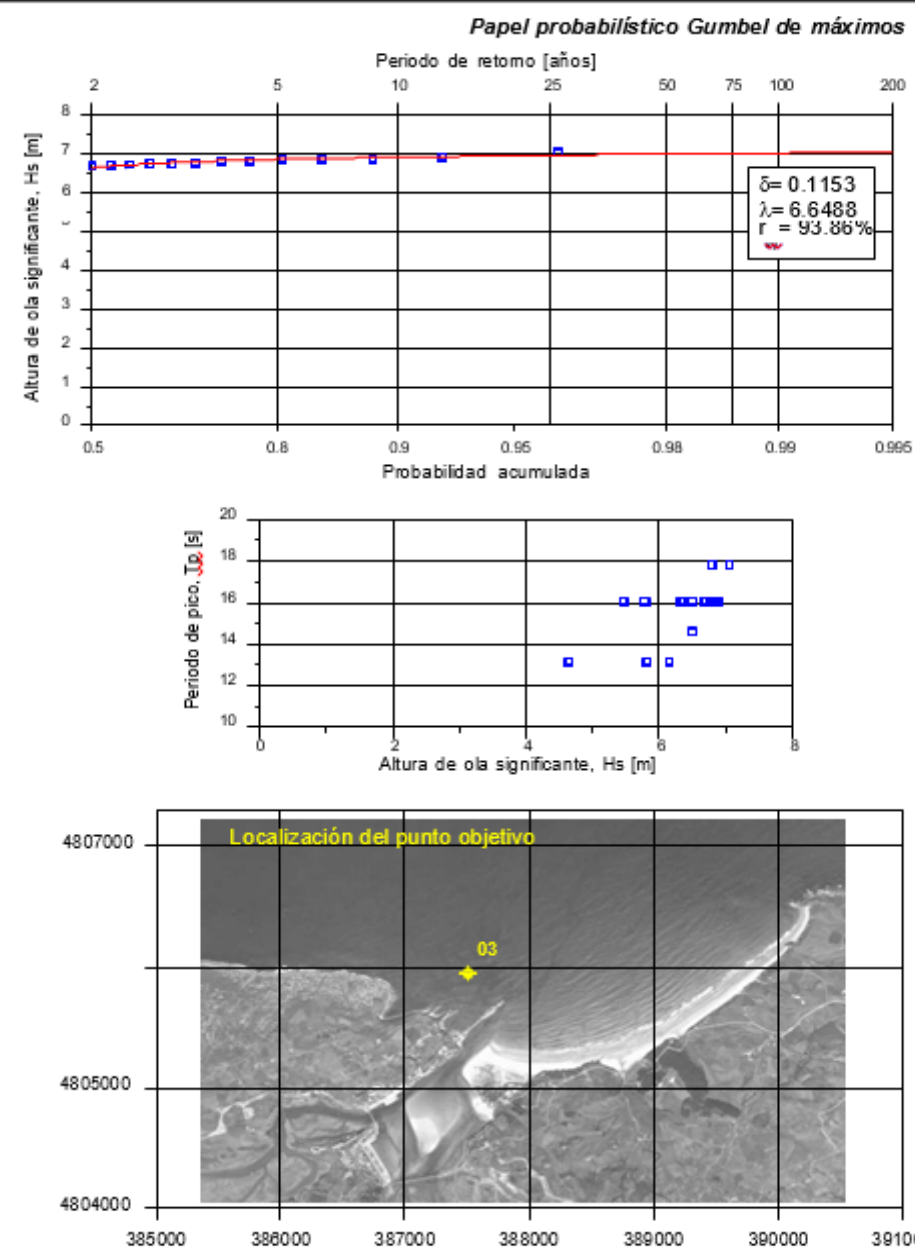


Imagen 24. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 03.

**Proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.  
Oleaje extremal en el punto objetivo.**

Régimen escalar extremal de altura de ola significativa.  
Base de datos del Proyecto WASA. Punto 23212.

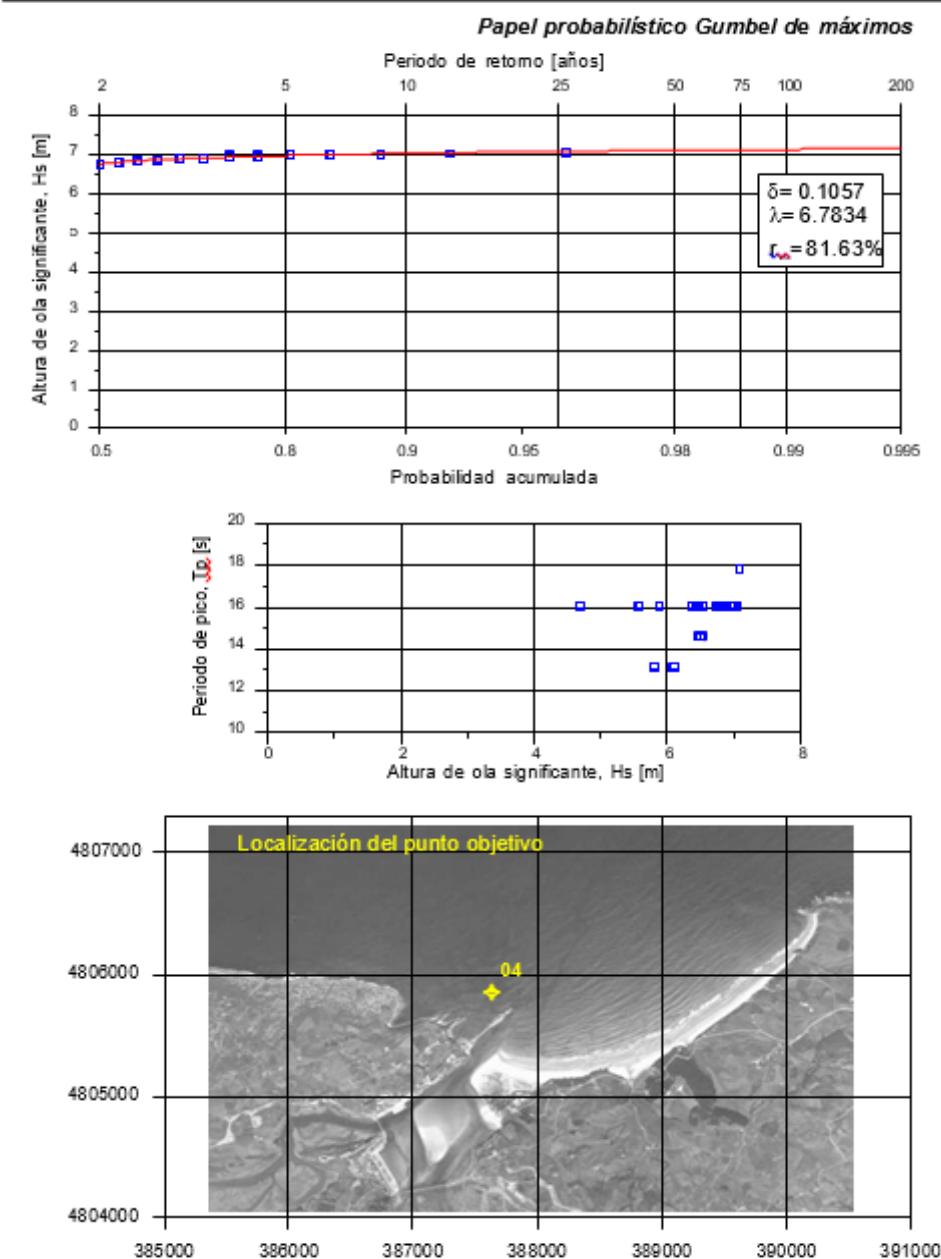


Imagen 25. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 04.

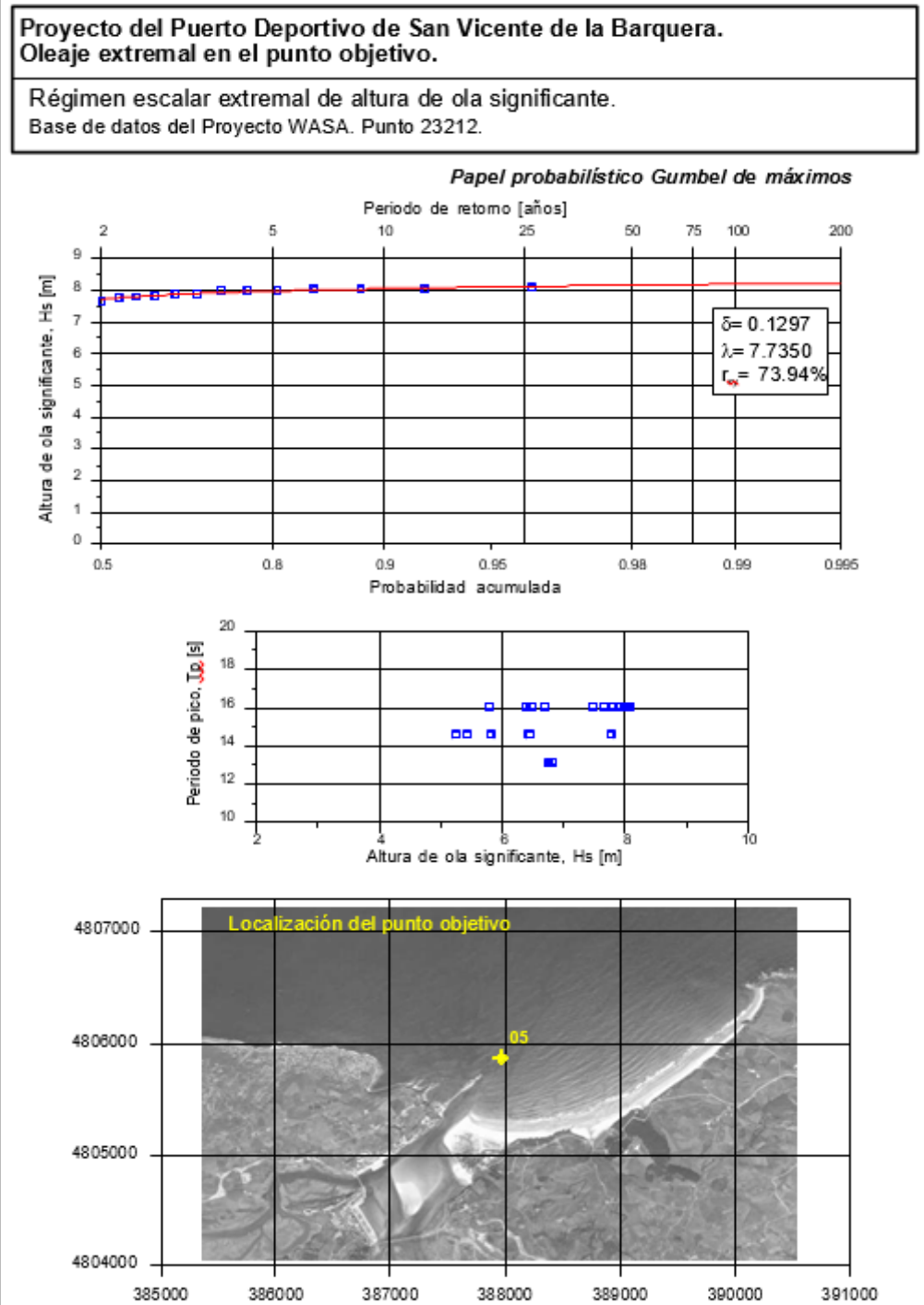


Imagen 26. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 05.

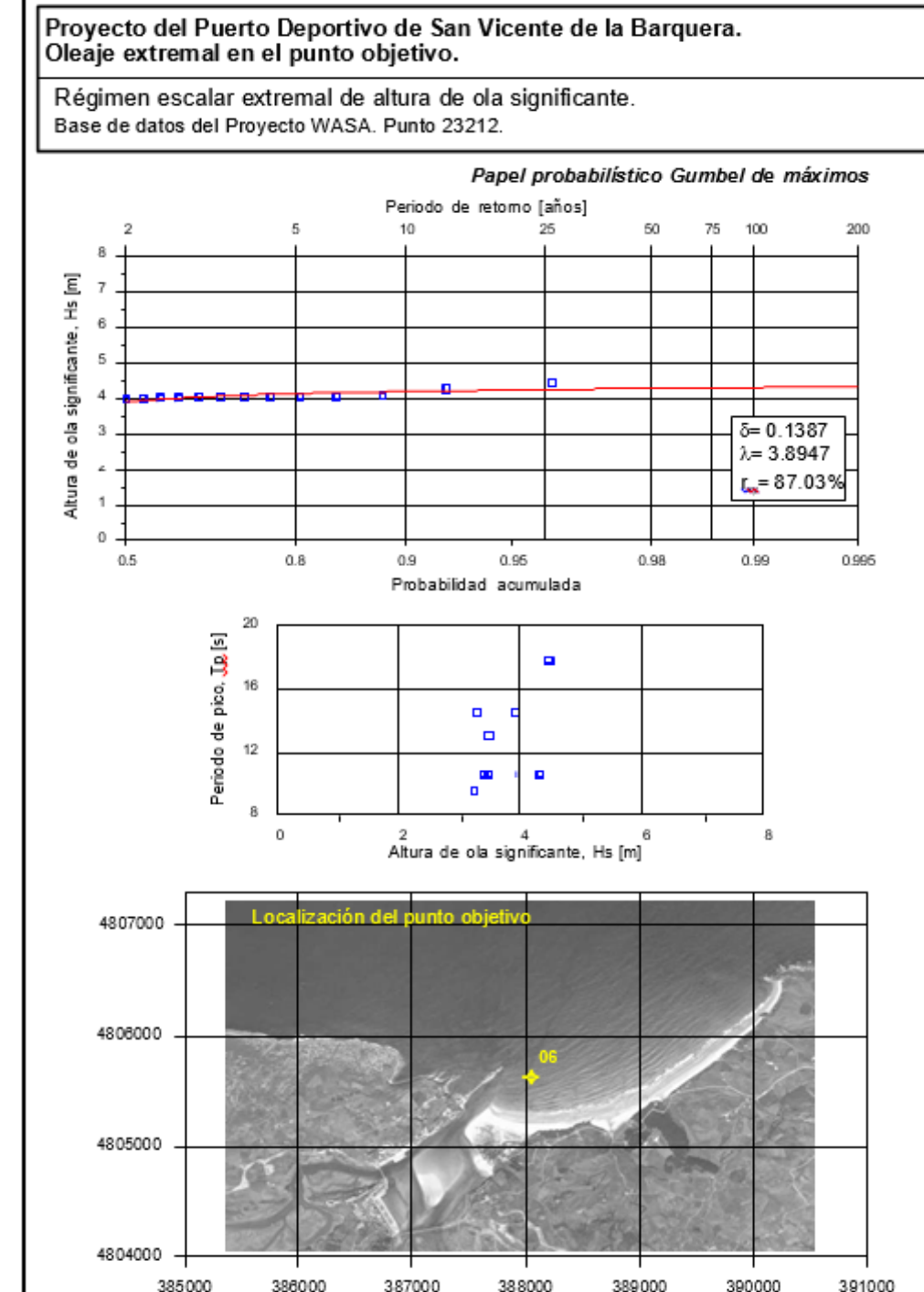


Imagen 27. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 06.

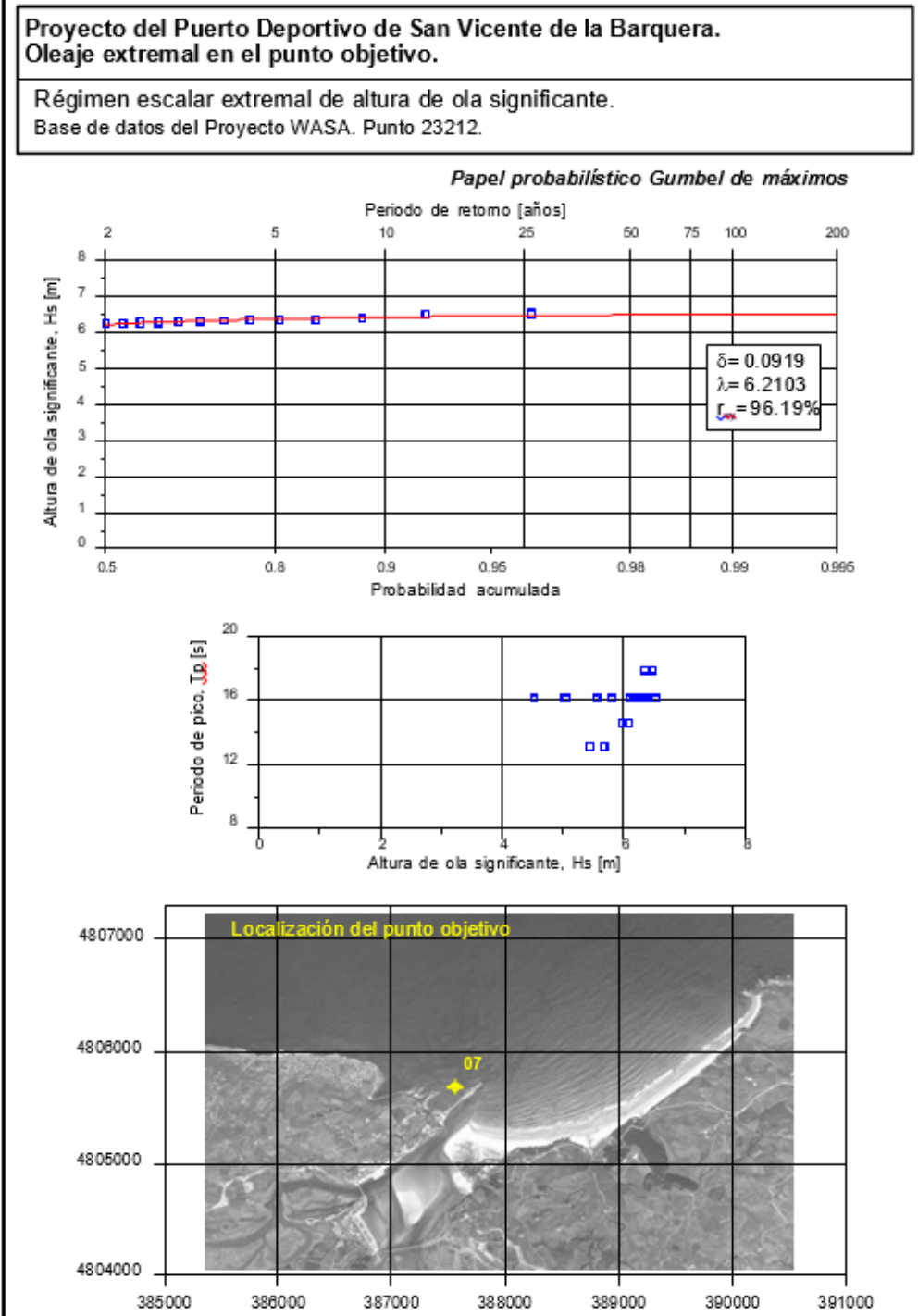


Imagen 28. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 07.

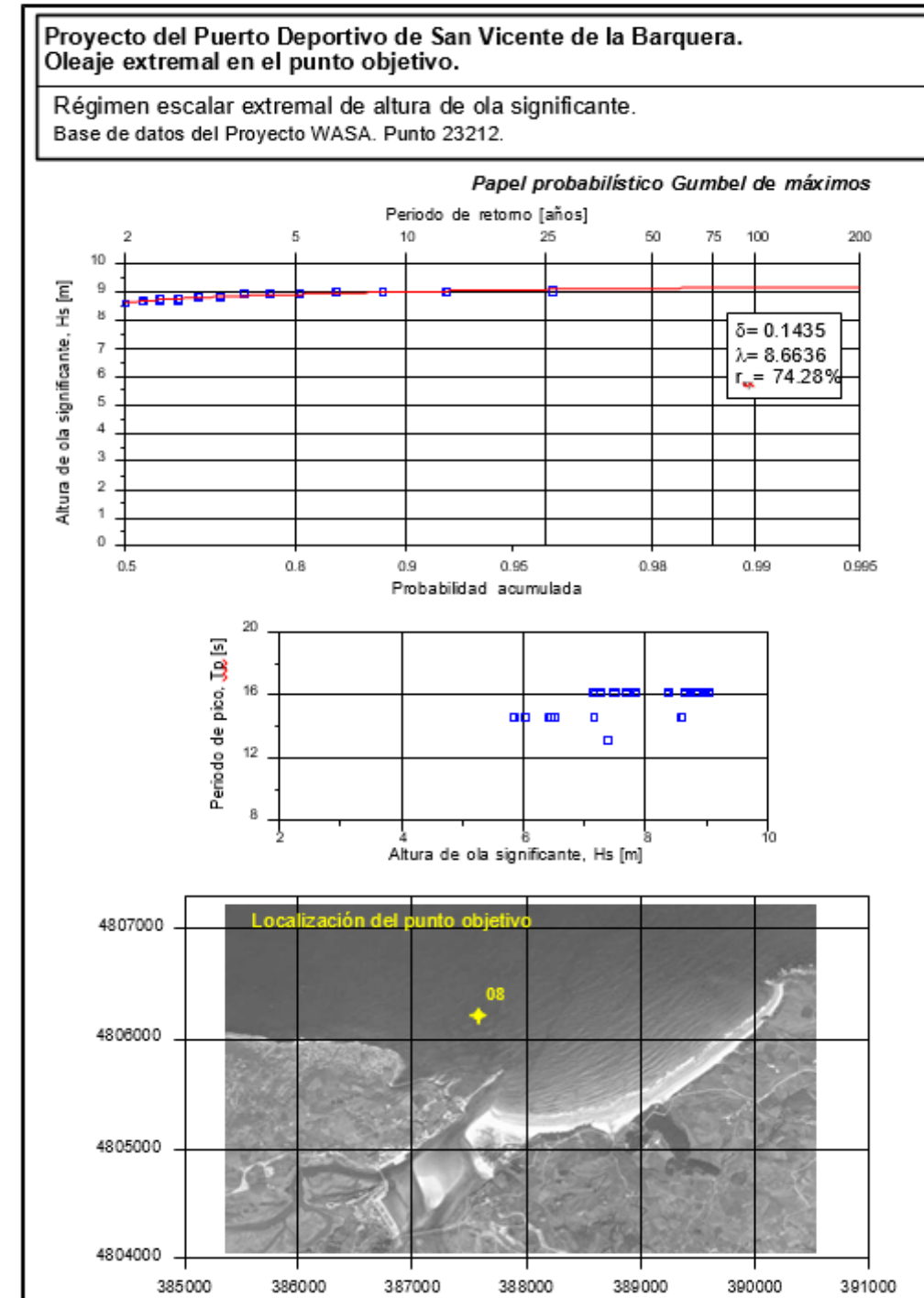


Imagen 29. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 08.



**Proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.  
Oleaje extremal en el punto objetivo.**

Régimen escalar extremal de altura de ola significativa.  
Base de datos del Proyecto WASA. Punto 23212.

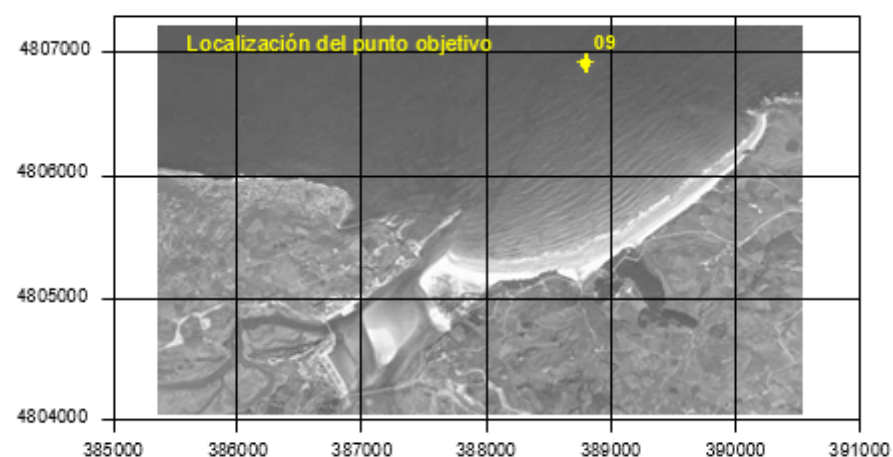
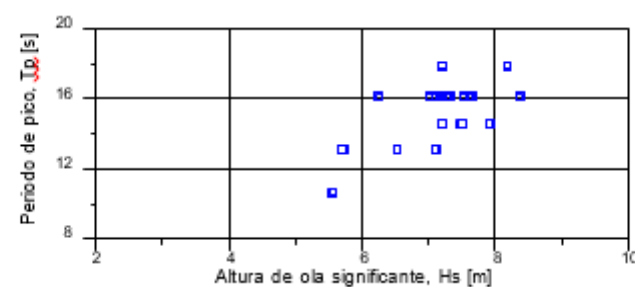
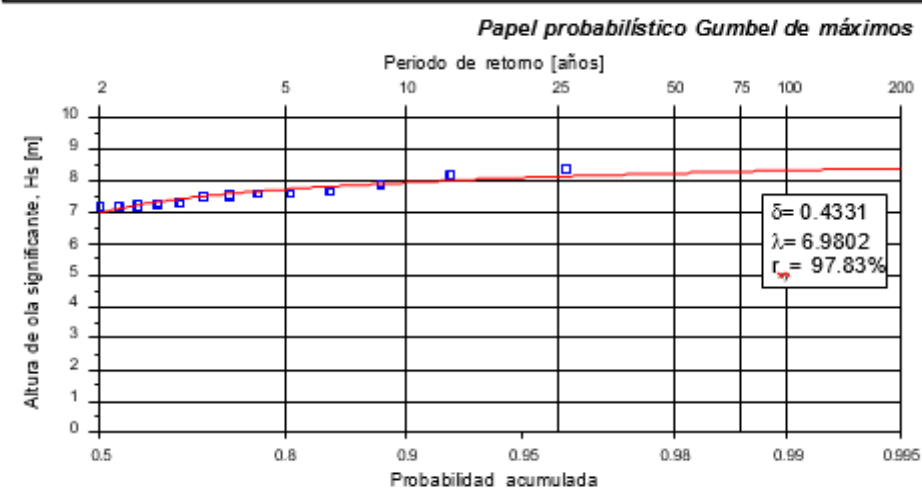


Imagen 30. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 09

**Proyecto del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.  
Oleaje extremal en el punto objetivo.**

Régimen escalar extremal de altura de ola significativa.  
Base de datos del Proyecto WASA. Punto 23212.

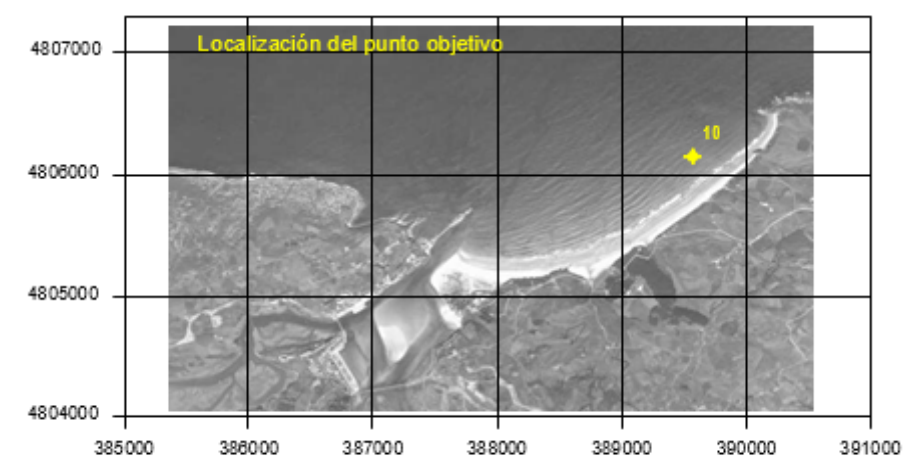
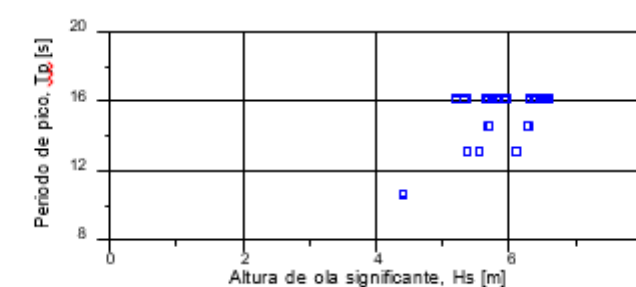
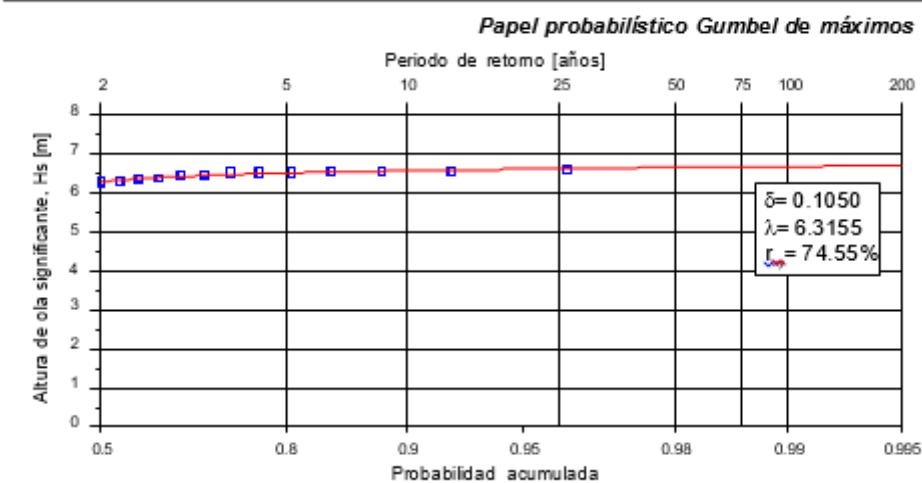


Imagen 31. Régimen extremal escalar de altura de ola significativa en el punto objetivo 10.



4. CORRIENTES DE ROTURA

La propagación y aproximación del oleaje hacia la costa puede producir la rotura del mismo. Este fenómeno es de particular importancia cuando el oleaje incide de manera oblicua a la costa y cuando la profundidad se reduce suavemente, como es el caso de la playa de Merón.

La rotura del oleaje genera un sistema de corrientes, fundamentalmente paralelas a la playa, que son función del ángulo con que el oleaje aborda la costa (corrientes de incidencia oblicua) y de su altura de ola. Estas corrientes, denominadas corrientes longitudinales, son de especial importancia en la disposición de equilibrio de una playa y, más concretamente, en su forma en planta, dado su importante potencial de transporte de arena.

En efecto, las corrientes longitudinales se producen en la zona de rotura del oleaje y, por tanto, en un área donde el sedimento se encuentra en suspensión por la acción de la propia rotura del oleaje, por lo que es fácilmente transportable por efecto de dichas corrientes. El gradiente longitudinal de la altura de ola genera un sistema circulatorio de corrientes, llamadas corrientes de retorno que determinan también la trayectoria del sedimento, las zonas de erosión y de deposición.

4.1. Determinación de las corrientes longitudinales.

La determinación de estas corrientes longitudinales puede ser obtenida por medio de expresiones analíticas en ciertos casos de geometrías de playas simples. En el caso de la playa de Merón, la complejidad de los contornos y de la batimetría existente da como resultado que estas corrientes sólo puedan ser calculadas por métodos numéricos. En el presente estudio se ha utilizado un modelo de cálculo de corrientes asociado a la rotura del oleaje (COPLA) desarrollado por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria. Dicho modelo; básicamente, determina el tensor de radiación del oleaje a partir de los resultados obtenidos con el modelo de propagación del oleaje y calcula el campo de corrientes y niveles debido a dichos tensores de radiación por medio de un modelo no-lineal que resuelve las ecuaciones integradas de Navier-Stokes.

En el apartado 2.1.3 del presente Informe se detallan las diferentes situaciones de oleaje consideradas para la propagación de la base de datos WASA a las inmediaciones de San Vicente de la Barquera. Dado el elevado volumen de figuras que supondría la presentación de todas las gráficas de corrientes de rotura, se ha optado por presentar los resultados de 10 casos considerados como los más significativos o bien, son aquellos que muestran el comportamiento característico de las corrientes en la playa de Merón para las distintas direcciones de aproximación del oleaje. Las características en profundidades indefinidas de los 10 casos de oleaje propagados se muestran en la Tabla 6.

Dirección	H (m)	T (s)	Nm (m)
N70W	5	14	Bajamar y pleamar
NW	5	14	Bajamar y pleamar
N	5	14	Bajamar y pleamar
NE	5	10	Bajamar y pleamar
N70E	5	10	Bajamar y pleamar

Tabla 6. Casos propagados para la obtención de corrientes de rotura del oleaje

En las imágenes 32 y 33 se presentan los resultados obtenidos en bajamar y pleamar, para un oleaje con altura de ola significativa de 5 m en profundidades indefinidas, periodo de pico 14 s y dirección de propagación NW.

Observando con detenimiento los resultados del cálculo de las corrientes de rotura, destaca la clara influencia de la dirección del oleaje. Se observa, por ejemplo, un sistema de corrientes con dirección W-E, del Bajo de la Regatona hasta Punta Liñera. Estas corrientes continúan, aunque de menor magnitud, hasta el morro del actual dique de abrigo y encauzamiento, donde se forma una corriente de salida hacia aguas más profundas. De la misma forma, se aprecia una corriente con dirección W-E de las Bajas del Cabo a hacia la Punta de Peñaentera, también debido a la incidencia oblicua del oleaje.

A lo largo de la playa de Merón se observan una serie de células o vórtices del sistema circulatorio producto, principalmente, del gradiente longitudinal de la altura de ola, situación que se hace más evidente a la sombra del espigón de encauzamiento, donde se forma una corriente de retorno de gran intensidad. Esta corriente se encuentra prácticamente en todos los casos de oleaje propagado y su presencia es de fundamental importancia en el proceso de sedimentación del canal de acceso.

Las zonas de concentración y de expansión del oleaje definen el sistema circulatorio de la playa, teniéndose pequeñas velocidades hacia la costa en las zonas de concentración, fuertes corrientes de retorno en las zonas de expansión y corrientes longitudinales entre ellas, situación que se denomina circulación compartimentada o celular.



**Proyecto:** Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera

Gráfico: Vectores corriente

**Caso espectral: N123**  
**N1:**  
**23: Caso23**

## Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 5 m h: 0.8 m Tp: 0.87 Hz (Tp: 14.2857 s) $\sigma^2$ : 8 Nº Comp.: 5 Espectro direccional L=45° (N45.0°W) $\epsilon$ : 10°-Nº Comp.: 5	Rugosidad de Nikuradse Kawc: 1 m Viscosidad de cinematica $\nu$ : 12 m <sup>2</sup> /s	

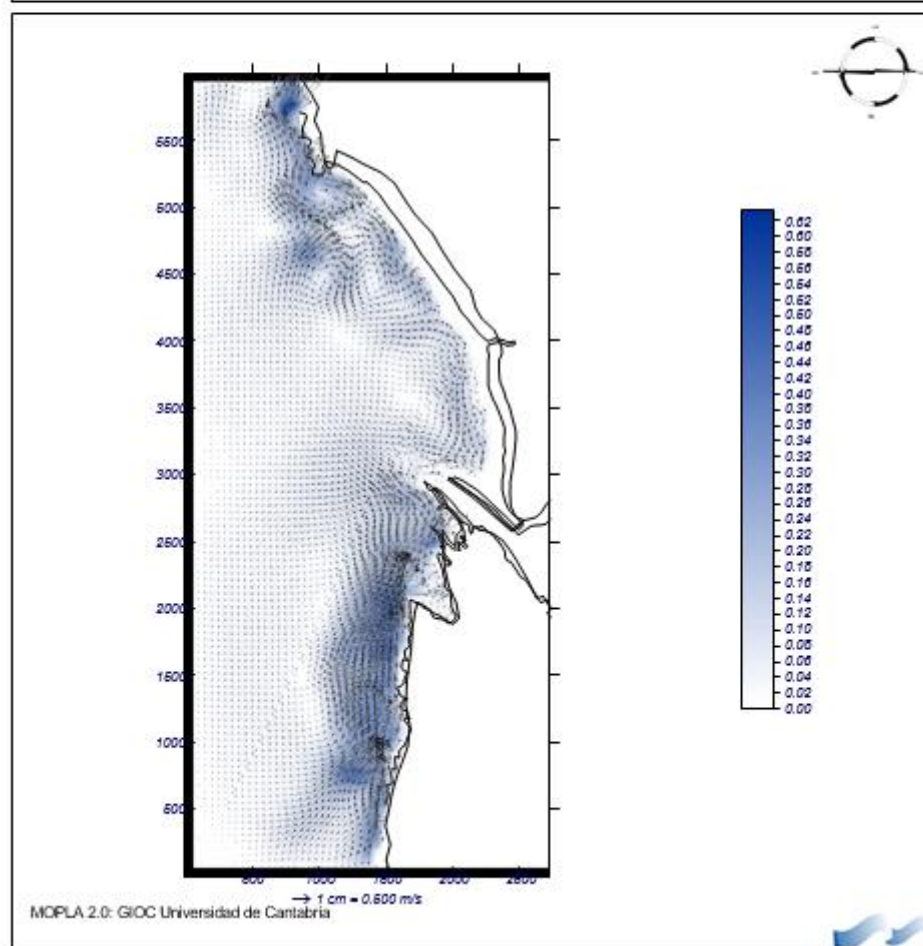


Imagen 32. Corrientes por rotura de oleaje. Oleaje del Noroeste. H=5 m, T= 14 s, bajamar.

**Proyecto:** Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera

Gráfico: Vectores corriente

**Caso espectral: N136**  
**N1:**  
**36: Caso36**

## Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 5 m h: 0.8 m Tp: 0.87 Hz (Tp: 14.2857 s) $\sigma^2$ : 8 Nº Comp.: 5 Espectro direccional L=45° (N45.0°W) $\epsilon$ : 10°-Nº Comp.: 5	Rugosidad de Nikuradse Kawc: 1 m Viscosidad de cinematica $\nu$ : 12 m <sup>2</sup> /s	

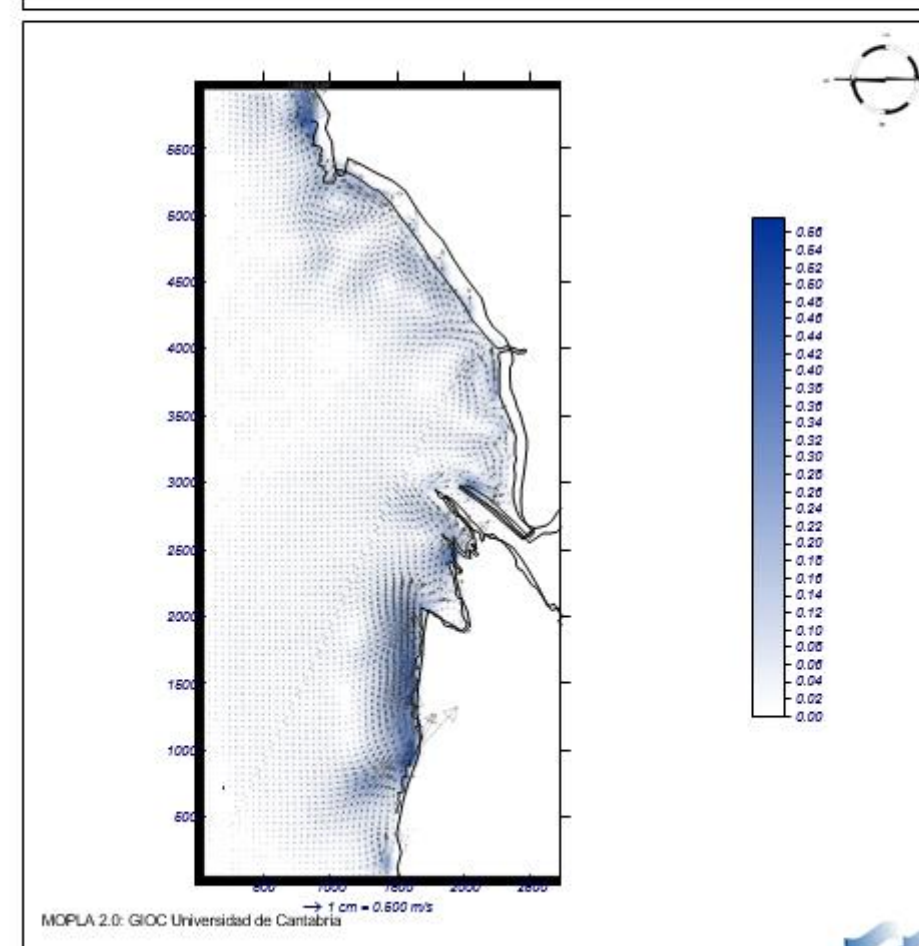


Imagen 33. Corrientes por rotura de oleaje. Oleaje del Noroeste. H=5 m, T= 14 s, pleamar.



En términos generales, destacan tres áreas donde el sistema de corrientes que se forma condiciona la morfología de la playa: primero, el conjunto de células descrito anteriormente, donde el sedimento se mantiene en un ciclo cerrado, por lo que la playa se encuentra en un equilibrio dinámico. Segundo, un gran bucle que transporta sedimento de la playa hacia aguas más profundas, este sistema circulatorio transporta sedimento hacia la desembocadura y, dependiendo del instante de la marea, lo introduce al estuario o lo transporta hacia el exterior, cerrando el ciclo antes de llegar a las Bajas del Cabo. Tercero, una corriente general de transporte longitudinal de Oeste a Este, producto de la incidencia oblicua del oleaje sobre los acantilados y lajas rocosas de la ensenada de Liñera en donde, debido precisamente a estas corrientes, no se observan depósitos sedimentarios de entidad.

Finalmente, se debe insistir en que el estudio de las corrientes debidas a la rotura del oleaje es un aspecto fundamental a tener en cuenta en el diseño del nuevo puerto deportivo, ya que son las que controlan el patrón morfodinámico de la costa, por lo que debe evaluarse el impacto que las obras previstas pudieran tener en dichas corrientes. Como se mencionó en anteriormente en la Introducción, este aspecto será abordado con detalle en la Sección 2 del presente estudio.

## 5. CORRIENTES DE MAREA

El ascenso y descenso del nivel del mar por acción de la marea produce un movimiento de la masa de agua que, en condiciones de marea ascendente, se propaga aguas arriba por el estuario de San Vicente de la Barquera y, en condiciones de marea descendente, se une al propio caudal fluvial de los arroyos que desembocan en la ría en su movimiento hacia el mar. Este flujo y reflujo de masas de agua se conoce como corrientes de marea.

El estudio de este flujo de agua permite hallar el régimen de niveles en las marismas, así como la intensidad de las corrientes en los diversos canales de la ría. Independientemente de la utilidad que proporciona el conocimiento de la magnitud de dichas corrientes para el estudio de la funcionalidad de un puerto, el definir el campo de velocidades permite también determinar la capacidad de transporte de sedimentos y, en consecuencia, la tendencia morfológica del estuario. De este modo, el modelo es en sí una herramienta con la que es posible analizar el efecto de una obra en el comportamiento sedimentario del estuario.

### 5.1. Planteamiento del problema

El campo de velocidades y de niveles dentro de una ría puede ser obtenido resolviendo el conjunto de ecuaciones diferenciales que gobierna el sistema, esto es, las ecuaciones de Navier-Stokes, que pueden expresarse como:

$$\rho \left( \frac{Du}{Dt} \right) = -\Delta p + \rho g + \left( \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x_j} \right)$$

$$\Delta u = 0$$

Donde:

- $\rho$  = densidad
- $u$  = vector velocidad ( $u, v, w$ )
- $p$  = presión
- $g$  = aceleración gravitatoria
- $\tau_{ij}$  = tensión tangencial sobre el plano  $j$  en la dirección  $i$
- $\frac{D}{Dt}$  = derivada material
- $\nabla$  = gradiente
- $\frac{\partial}{\partial x_j}$  = derivada parcial

En el caso de ondas largas (río, marea), las variaciones del flujo en vertical y, en particular, las aceleraciones verticales ( $Dw/Dt$ ), son de muy pequeña magnitud y, por tanto, pueden ser despreciadas. Esta simplificación del sistema de ecuaciones generales produce como resultado que el flujo tenga una ley de presiones hidrostática, pudiendo integrarse las ecuaciones verticalmente y expresarse como:

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \frac{P^2}{H} + \frac{\partial}{\partial y} \frac{PQ}{H} + gH \frac{\partial \eta}{\partial x} + g \left[ \frac{(P^2 + Q^2)^{0.5} P}{C^2 H^2} \right] = \frac{\varepsilon \left[ \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x \partial y} \right] \partial Q}{\partial t} + \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) \left( \frac{PQ}{H} \right) + \left( \frac{\partial}{\partial y} \right) \left( \frac{Q^2}{H} \right) +$$

$$gH \left( \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) + g \left[ \frac{(P^2 + Q^2)^{0.5} Q}{C^2 H^2} \right] \frac{\varepsilon \left[ \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} \right] \partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial Y} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0$$

Donde:

- $P$  = Caudal en la dirección  $x$
- $Q$  = Caudal en la dirección  $y$
- $H$  = profundidad total
- $\eta$  = superficie libre
- $C$  = coeficiente de fricción de Chézy:  $C = 18 \log \left( \frac{12H}{k_s} \right)$
- $k_s$  = Coeficiente de rugosidad de Nikuradse
- $\varepsilon$  = Coeficiente de viscosidad de remolino



En el caso del estuario de San Vicente de la Barquera, para la resolución del sistema de ecuaciones se ha utilizado el modelo hidrodinámico “H2D”, desarrollado por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria, que emplea un algoritmo en diferencias finitas implícito de doble barrido. A continuación se aplica el modelo al estuario y ensenada de San Vicente de la Barquera.

El modelo H2D divide la zona de estudio en elementos rectangulares en los que calcula las componentes horizontales de la velocidad ( $u$ ,  $v$ ) y el nivel ( $\eta$ ); el conjunto de dichos elementos rectangulares forma la “malla de estudio”. El primer paso a la hora de resolver un caso concreto consiste en definir dicha malla de estudio, tanto en dimensiones como en densidad. Las dimensiones de la malla son función de las dimensiones del área a analizar y de las condiciones de contorno. La densidad de la malla (número de elementos de estudio) es una decisión de compromiso entre una mayor resolución o detalle en los resultados y un mayor tiempo de computación.

Debe tenerse en cuenta que las corrientes de marea han sido obtenidas sin considerar el efecto del oleaje sobre ellas. Por tanto, su magnitud y dirección son función del prisma de marea, de la geometría de la desembocadura y zonas adyacentes, y de la topografía del fondo. La presencia de estados de mar de alto contenido energético puede alterar sustancialmente la dirección y la magnitud de la corriente, bien por la modificación de los fondos, bien por la compleja interacción oleaje-corriente difícilmente evaluable con los métodos empleados en este estudio.

La aplicación del modelo H2D se ha basado en el estudio de la funcionalidad y propuesta de alternativas, realizado en 1996 por la Universidad de Cantabria para la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo. En dicho estudio, se efectuó una campaña de medida de parámetros hidrodinámicos a lo largo del estuario de San Vicente de la Barquera. Como resultado de dicha campaña, se calibró y validó el modelo H2D. En el presente estudio, se aplicarán los mismos parámetros de calibración obtenidos anteriormente.

En el caso del estuario de San Vicente de la Barquera, se ha utilizado una malla que se extiende al Norte hasta la Punta de Peñaentera, al Sur hasta el límite de las Marismas de Rubín, donde sólo queda el río del Escudo con una cota que supera 10 m respecto al cero del puerto, al Este hasta Punta África y al Oeste hasta la Punta de Peñaentera y Oyambre. En la Imagen 34 se presenta la malla de estudio sobre la carta náutica 938 publicada por el Instituto Hidrográfico de la Marina.



La malla comprende un área de 44.165 km<sup>2</sup> (7.300 x 6.050 m), el origen de la malla (vértice inferior izquierdo) corresponde a la coordenada UTM [383.620 m, 4.800.800 m] y ésta se orienta al Norte magnético. La malla tiene 293 x 243 elementos de 25 x 25 m. En la Imagen 35 se observa la malla de estudio empleada con su batimetría.



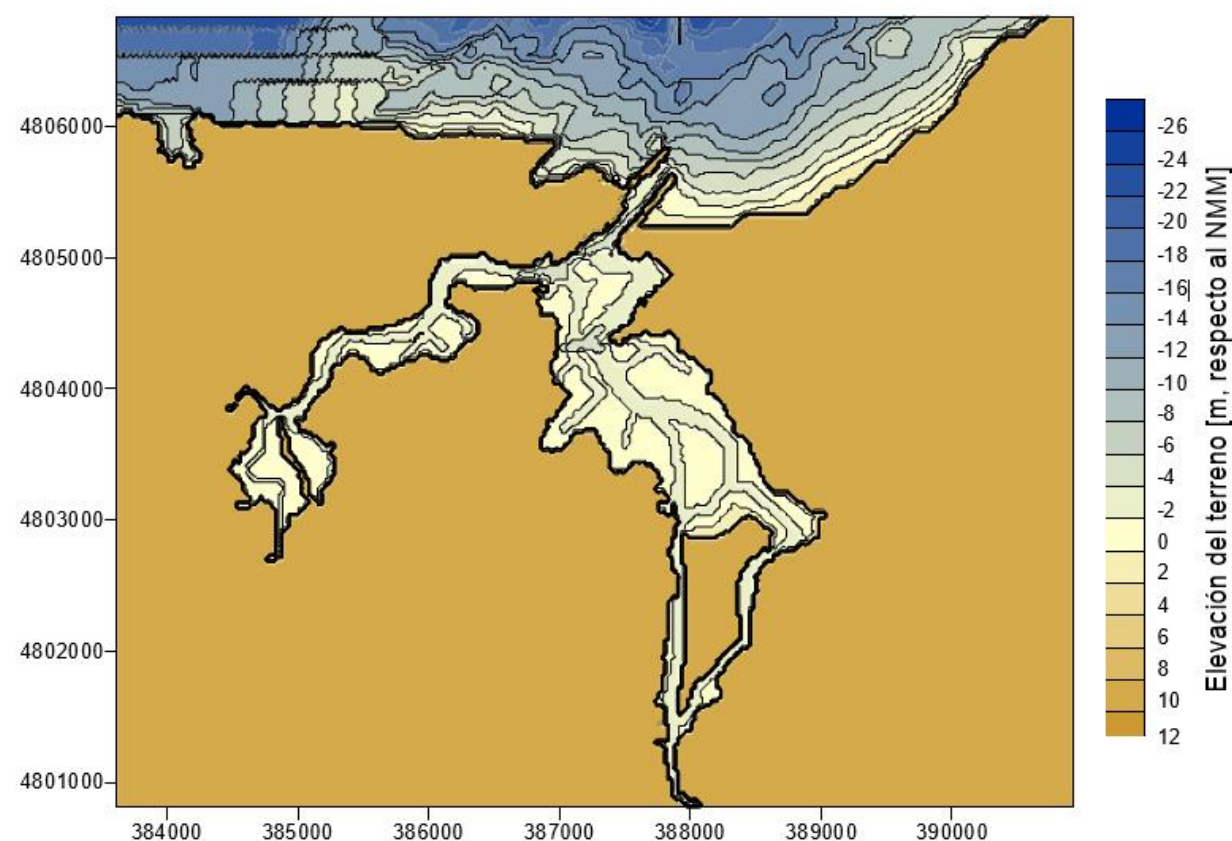


Imagen 35. Batimetría de la malla de estudio para el modelo H2D.

#### 5.2.1. Datos de partida

Como se ha comentado anteriormente, el funcionamiento del estuario responde a la interacción entre la onda de marea y la aportación fluvial dentro de los contornos impuestos por la geometría de la propia Ría. Dicha interacción es susceptible de ser analizada por medio del modelo H2D una vez se introduzca como “input” o datos de partida la información correspondiente a una determinada ría y situación. En concreto, el modelo requiere que sea especificado lo siguiente:

- Acciones: marea, río.
- Contornos: batimetría.
- Coeficientes: rugosidad del fondo, viscosidad de remolino.

Los datos de batimetría se han obtenido de:

- Cartas Náuticas Nº 938 y 4021 del Instituto Hidrográfico de la Marina.
- Planos E.5-33/3-6, 3-7, 4-6, 4-7 y 4-8 elaborados por el Gabinete de Cartografía de la Diputación Regional de Cantabria.
- Planos batimétricos de proyectos realizados por el Grupo de Puertos de la Diputación Regional de Cantabria.
- Vuelo fotogramétrico realizado por el Departamento de Ingeniería Cartográfica de la Universidad de Cantabria en 1993.
- Campaña de caracterización del suelo marítimo en la zona exterior de la ría de San Vicente de la Barquera, realizada por Afonso y Asociados para la Universidad de Cantabria.

Para los valores del coeficiente de rugosidad y viscosidad de remolino, se han tomado los resultados de la calibración del estudio de 1996 antes mencionado, donde:

- Coeficiente de rugosidad de Nikuradse:  $k_s=0,1 \text{ m}$
- Coeficiente de viscosidad de remolino:  $\varepsilon=3,2 \text{ m}^2/\text{s}$

#### 5.2.2. Resultados

Como resultado de la aplicación del modelo se obtiene, para cada punto de la malla, la velocidad y el nivel del mar en cualquier instante de la onda de marea. La Imagen 36 y la Imagen 37 recogen los campos de velocidades en los instantes de máxima vaciante y máxima llenante, respectivamente, en el caso de una marea cuya amplitud coincide con la medida durante la campaña de campo (carrera de marea de 3,632 m). Las figuras de los campos de corrientes consisten en una representación vectorial de las corrientes, de modo tal que la dirección del vector coincide con la dirección de la velocidad del fluido en dicho punto y la dimensión del vector es proporcional al módulo de la velocidad.

Como puede observarse, en la desembocadura de la ría la corriente de la marea vaciante alcanza magnitudes que llegan a superar los 2 m/s. El chorro de salida se desvía hacia la playa, donde se forma un sistema circulatorio semejante al que se produce por la rotura del oleaje. Asimismo, se observa cómo las velocidades durante la máxima llenante son mayores que las de vaciante, en este caso las velocidades en la desembocadura son del orden de 2,5 m/s. Sin embargo, el efecto de aceleración del flujo se observa únicamente a lo largo del canal de entrada, mientras que las velocidades en el exterior de la desembocadura y en el interior del estuario son claramente menores. Esta reducción tiene implicaciones importantes en la tendencia evolutiva del estuario, y tendrá en cuenta durante la fase de diseño de los distintos emplazamientos del puerto deportivo.

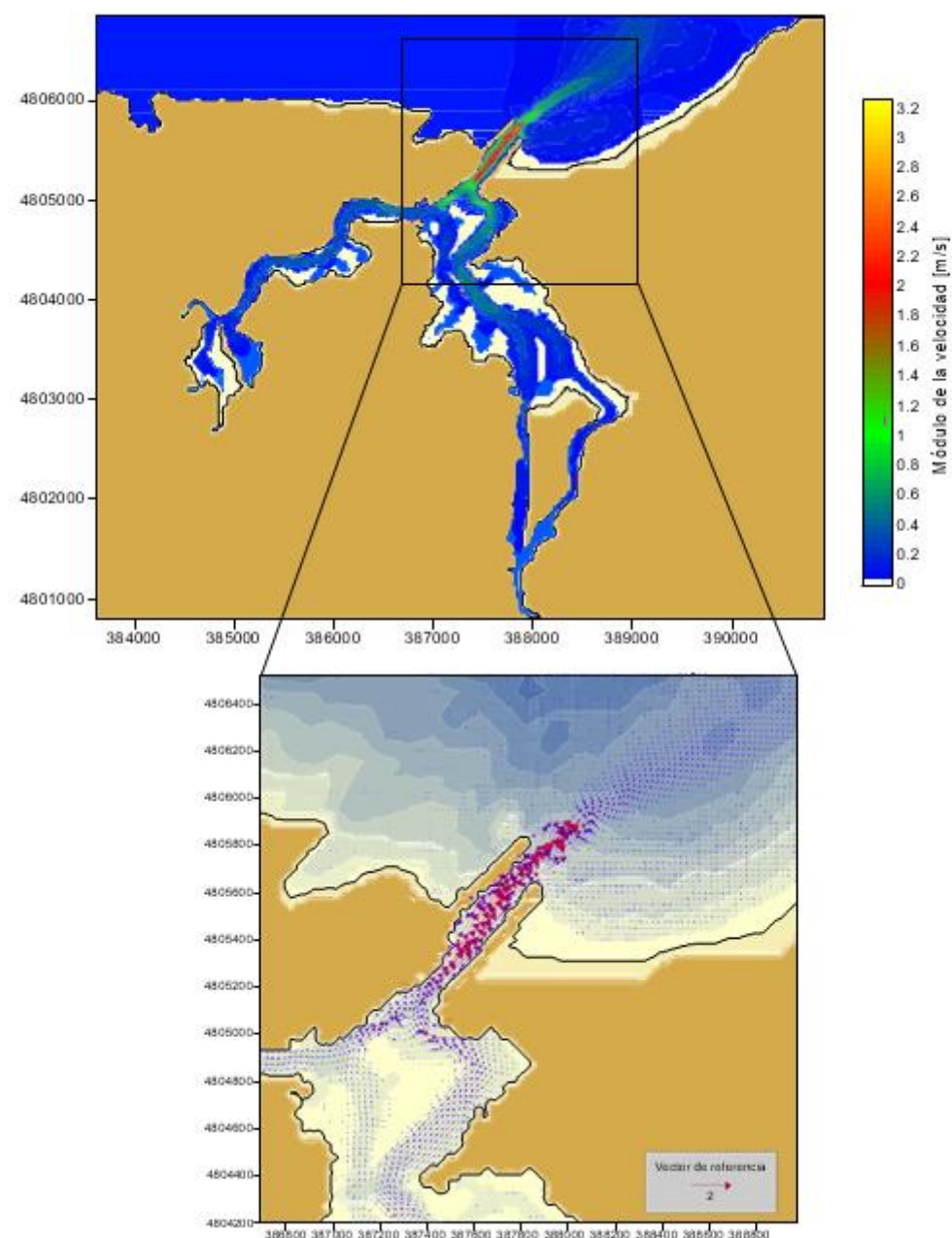


Imagen 36. Campo de velocidades durante la máxima vaciante.

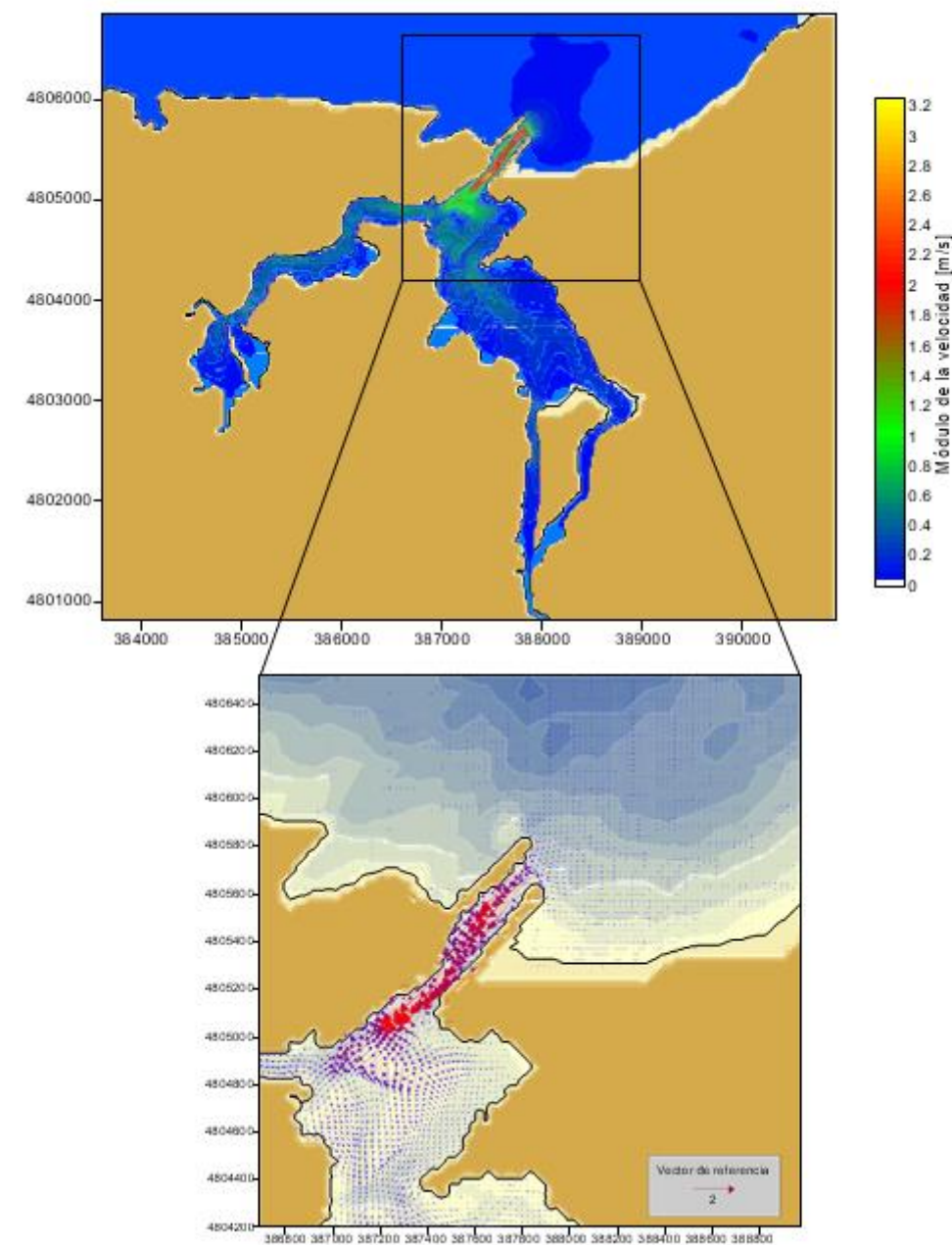


Imagen 37. Campo de velocidades durante la máxima llenante.



A medida que la onda de marea se propaga a lo largo de un estuario, se observa una distorsión de la misma. La cresta de la onda se propaga más rápidamente que el seno. Esta distorsión es consecuencia del efecto de los términos de amplitud finita (no linealidad de la propagación debido a una amplitud de onda que no es despreciable comparada con la profundidad), efectos no lineales en los términos de advección del flujo, el efecto de la fricción y la interacción de la geometría del canal (Aubrey y Speer, 1985). Esta deformación se aprecia en las asimetrías que muestran en el tiempo, tanto la superficie libre como las velocidades. Se reduce el intervalo de tiempo entre la bajamar y la pleamar, mientras que aumenta entre la pleamar y bajamar. Como el prisma de marea es constante, por continuidad, las velocidades durante la llenante duran menos pero son más intensas que durante la vaciante. Esta deformación y disipación de la onda de marea a lo largo del estuario es de suma importancia en la tendencia evolutiva que el estuario presente a largo plazo.

Analizando la variación temporal de la onda de marea, tanto en superficie libre como en velocidades, en diferentes puntos a lo largo del estuario, se puede determinar si el estuario tiene tendencia a la colmatación o a la erosión en su zona interior. Para dicho análisis se han seleccionado 8 puntos a lo largo del estuario. La situación de dichos puntos se ha elegido de forma que se encontrasen todos ellos a lo largo de los canales principales del estuario, que es la zona donde mayores son los calados y donde menor variabilidad presentan. Los puntos seleccionados para el análisis se muestran en la Imagen 38.

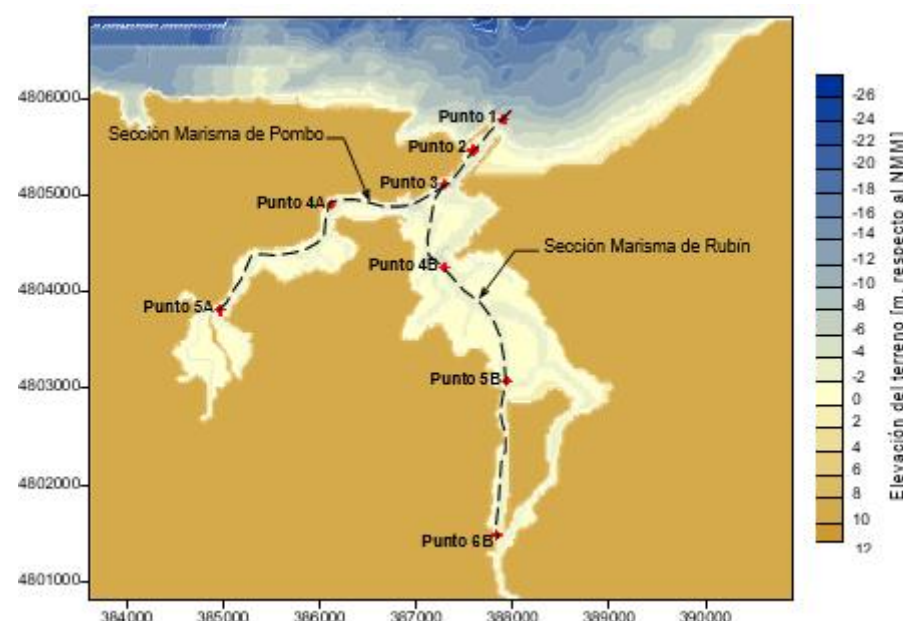


Imagen 38. Localización de los puntos de control.

En la Imagen 39 se muestra la variación temporal de la superficie libre en los puntos de control. Como se puede observar, a medida que la onda de marea se propaga a lo largo del estuario, se produce una deformación de la misma haciendo que el tiempo entre pleamar y bajamar aumente y que el tiempo entre la bajamar y la pleamar

siguiente disminuya. Además, debido a la fricción con los contornos, la onda de marea se disipa paulatinamente a lo largo del estuario, disminuyendo su amplitud mientras que el nivel de la bajamar es mayor aguas arriba del estuario. Este último fenómeno, producto de la propagación de la marea en aguas someras sujeta a la fricción del fondo, tiene como consecuencia un aumento del nivel medio del mar, proporcionalmente a la distancia a la desembocadura. Dado que el aumento del nivel medio es proporcional a la amplitud de la onda de marea, existirá una variación de éste mismo entre mareas vivas y muertas, generándose un intercambio de la masa de agua del estuario con una cadencia quincenal. Este intercambio de agua tiene consecuencias directas en la tendencia evolutiva del estuario, ya que se transporta una gran cantidad de sedimentos en suspensión durante este proceso.

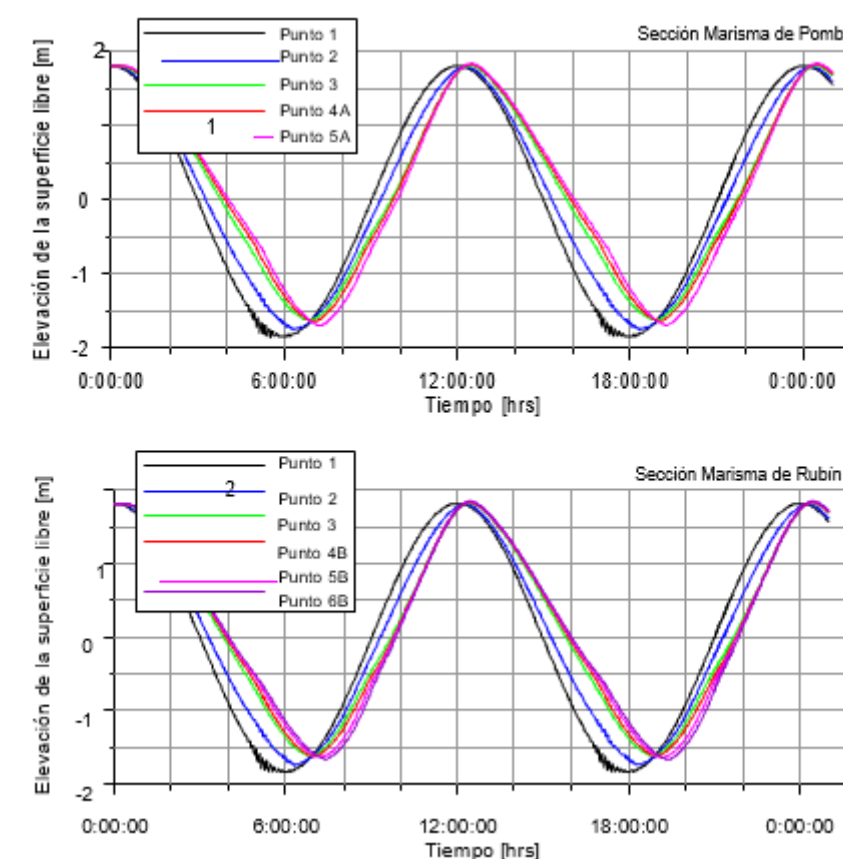


Imagen 39. Variación temporal de la superficie libre en los puntos de control.

En la Imagen 40 se representa la variación temporal del módulo de las velocidades en cada punto de





estudio. Obsérvese cómo las velocidades decrecen a lo largo del estuario, presentando un máximo en la desembocadura de 1,8 m/s. Obsérvese también cómo las curvas de las velocidades se ven modificadas, no sólo en cuanto a la amplitud, también en cuanto a la forma. Aguas arriba las curvas de velocidades comienzan a presentar una serie de discontinuidades, que son debidas esencialmente a la influencia de los contornos de la ría y a los bajos interiores.

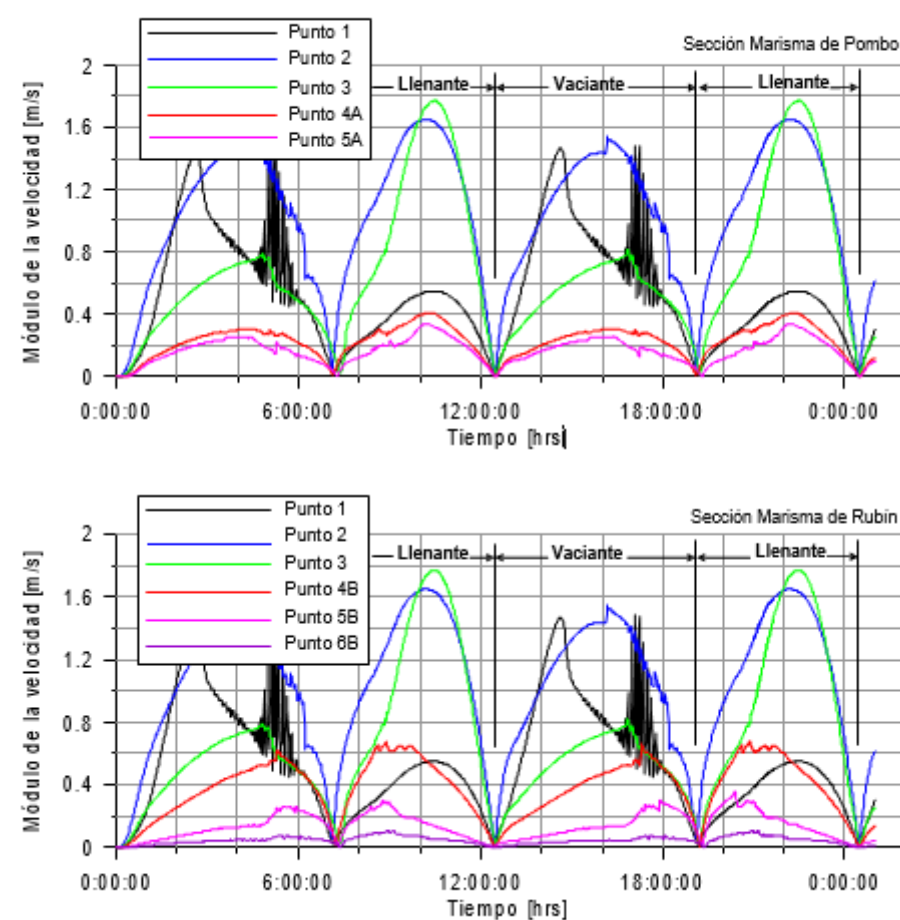


Imagen 40. Variación temporal del módulo de la velocidad en los puntos de control.



## ANEJO Nº11: NECESIDADES FUNCIONALES DE UN PUERTO DEPORTIVO

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	NORMAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO .....	3
2.1.	Área de dársena .....	3
2.1.1.	PE 3	
2.1.2.	PSB .....	3
2.2.	Área de tierra .....	3
2.2.1.	PE 3	
2.2.2.	PD 3	
2.3.	Distancia entre fingers .....	3
2.4.	Agitación .....	4
2.5.	Anchura de canales de acceso a atraques .....	4
2.6.	Anchura principal .....	4
2.6.1.	PD 4	
2.6.2.	PSB .....	4
2.7.	Anchura de bocana .....	4
2.8.	Medios de varado .....	4
2.9.	Otros parámetros .....	5
3.	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA FLOTA DEPORTIVA Y PESQUERO- RECREATIVA ....	5
3.1.	Área de la dársena .....	5
3.2.	Área de tierra .....	5
3.3.	Distancia entre fingers .....	5

3.4.	Calados por esloras .....	5
3.5.	Agitación .....	6
3.6.	Anchura de canales de acceso a atraques (PDE): .....	6
3.7.	Anchura del canal principal (PSB): .....	6
3.8.	Anchura de la bocana .....	6
3.9.	Medios de Varado: .....	6
3.10.	Otros parámetros: .....	6
4.	RESUMEN .....	6

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	eElación de mangas máximas y calados para una eslora determinada. ....	4
Tabla 2.	Distancia entre fingers en función de la eslora. ....	5
Tabla 3.	Calados característicos en función de la eslora y del tipo de embarcación .....	5
Tabla 4.	Calado de diseño en función de la eslora y del tipo de embarcación. ....	6
Tabla 5.	Anchura de canales de acceso a atraques en función de la eslora .....	6
Tabla 6.	Resumen de las necesidades funcionales del puerto deportivo. ....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describe una serie de normas de buena práctica para el dimensionamiento de las estructuras necesarias en un Puerto Deportivo de reducidas a medianas dimensiones. Dichas normas han sido recopiladas a partir de diversas fuentes, referenciadas en el texto mediante los siguientes acrónimos:

- "Puertos Deportivos" apuntes del Prof. D. Pedro Suárez Bores. (PSB).
- "Selected standards for floating dock designs", PIANC, Sport & pleasure navigation commission. (SS)
- "Port Engineering", Per Bruun, Ed. Gulf. (PE).
- Puertos Deportivos, M. A. Losada, M. Corniero (PD).
- "Report on small craft harbors". ASCE (SC).
- "Small-craft harbors: Design, Construction and Operation". U.S. Army Corps of Engineers. Coastal Eng. Research Center. (SH).
- Plan director de los Puertos de Euskadi (PDE).
- "Viento en popa", M. Poole. Publicado en Cauce 2000, Nº 25, 1987. (VP)

Asimismo, se analiza la reglamentación española en materia de Puertos Deportivos, recogida en el Real Decreto 2486/1980 publicada en el BOE Núm. 275 del 15/11/80. (MOPU).

## 2. NORMAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

### 2.1. Área de dársena

Se define así el área total de espejo de agua destinada al desarrollo de la actividad portuaria de la flota deportiva. Así, abarca el área ocupada por los atraques, las canales entre pantalanés, las canales de navegación, el área de maniobra y el área de servicios (estación de servicio, recepción, travelift, etc.).

#### 2.1.1. PE

- $A_d = 200 \text{ m}^2/\text{barco}$  (atraques y canales) +  $20 \text{ m}^2/\text{barco}$  (área servicios).

#### 2.1.2. PSB

- $A_d = 130 \text{ m}^2/\text{barco}$  (barcos grandes)
- $A_d = 80 \text{ m}^2/\text{barco}$  (barcos pequeños)

No se especifica la diferencia entre un barco grande y uno pequeño. El número de barcos a tener en cuenta en éste apartado será la suma de la flota fija más la estacional, es decir, el número máximo de embarcaciones simultáneas en el Puerto.

De la observación de los diferentes Puertos Deportivos existentes en la costa Cantábrica se concluye que los valores medios rondan los  $110 \text{ m}^2/\text{barco}$ , muy inferior a los  $220 \text{ m}^2/\text{barco}$  recomendados por Bruun. Por lo tanto, parece recomendable utilizar las recomendaciones de PSB.

### 2.2. Área de tierra

Se define como área de tierra la extensión relacionada directamente con los usos náutico- deportivos. Así, se incluye en éste epígrafe el área de carena y de internaje, el aparcamiento de los vehículos de los usuarios del Puerto, el aparcamiento destinado a los remolques, las instalaciones de vela ligera, los locales comerciales y talleres, los edificios sociales y los viales.

#### 2.2.1. PE

- $A_t = 160 \text{ m}^2/\text{barco}$

Se especifica que  $20 \text{ m}^2/\text{barco}$  deben ser utilizados para sede social y  $60 \text{ m}^2/\text{barco}$  para aparcamiento.

#### 2.2.2. PD

- $A_t = 49 c \text{ m}^2$ , donde  $c$  = número total de barcos (fijos + estacionales).

Se especifica:

#### MOPU

- $A_t = 2 \text{ m}^2/\text{barco}$  (carena) + aparcamiento para un número de coches igual al 75% de atraques + servicios (sin especificar).
- Debe cumplirse que  $A_t \geq 0,5 A_d$ .

El valor propuesto por PE, que "a priori" parece elevado, surge de estimar una ocupación de 2,5 vehículos por embarcación. En función de la ubicación de Puerto y de las plazas de aparcamiento en su entorno, otras formulaciones reducen dicho valor hasta 0,5 vehículos/barco.

La normativa reflejada en MOPU no especifica suficientemente los valores necesarios para afrontar un dimensionamiento, sin embargo aporta una serie de valores de referencia que encajan notablemente con los valores propuestos por PD. Así, se selecciona éste último criterio como formulación de diseño.

### 2.3. Distancia entre fingers

Para atraques dispuestos en forma de 2 barcos/finger, SC recomienda utilizar:

- $D_f = 2 * \text{manga max. admisible} + 0,3 \text{ m (defensa estribor)} + 0,3 \text{ m (defensa babor)} + 1 \text{ m}$ .

Sin embargo, los puertos del Cantábrico revisados son algo menos conservadores en cuanto a la holgura entre barcos reduciéndola de 1,0 m a 0,5 m. Así, se recomienda utilizar:

- $D_f = 2 * \text{manga max. admisible} + 0,3 \text{ m (defensa estribor)} + 0,3 \text{ m (defensa babor)} + 0,5 \text{ m}$ .

La relación de mangas máximas y calados para una eslora determinada recomendados para el diseño de los atraques se muestra a continuación en la Tabla 1 (VP):



Eslora máxima	Manga máxima	Calado en el atraque
Hasta 6 m	2,5 m	2 m
Hasta 8 m	3 m	2 m
Hasta 10 m	3,80 m	2,5 m
Hasta 12 m	4 m	3 m
Hasta 16 m	4,9 m	3,2 m

Tabla 1. Relación de mangas máximas y calados para una eslora determinada.

## 2.4. Agitación

La normativa de MOPU en cuanto a la agitación en el interior de la dársena distingue entre los casos en que no se prevé la pernocta de tripulantes a bordo y los casos en que sí se prevé dicha pernocta. Así, las exigencias son de 0,6 m de amplitud máxima de la oscilación para el primer caso y de 0,25 m en el segundo.

## 2.5. Anchura de canales de acceso a atraques

La anchura de los canales (S) viene marcada por la distancia entre pantalanés (Dp). El canal de maniobra entre pantalanés será la distancia entre ejes de los anteriores menos su anchura y menos el espacio ocupado por las embarcaciones. Así, PDE emplea la siguiente regla para el establecimiento de la distancia entre ejes de pantalanés:

- $Dp = 3,5 \cdot \text{eslora máxima de los barcos atracados} + 3 \text{ m} + \text{ancho del pantalané}$ . Así, la anchura de la canal es:
- $S = 1,5 \cdot \text{eslora máxima de los barcos atracados} + 3 \text{ m}$ .

## 2.6. Anchura principal

### 2.6.1. PD

- $C \geq 300$  pies si la capacidad del Puerto es menor de 1.000 barcos y 100 pies más por cada 1.000 barcos adicionales.

### 2.6.2. PSB

- $C \geq 45$  metros si el canal es recto.
- $C \geq 75 \text{ m}$  si el canal es tortuoso.
- Se recomienda un calado mínimo de 4,5 m

A modo de ejemplo, el canal de acceso de Marina del Cantábrico en Santander, totalmente recto, ronda los 30 metros y el del Puerto de Pornichet -La Baule, ligeramente curvo, ronda los 37 metros. Las opiniones de diversos usuarios de Marina del Cantábrico parecen coincidir en que el canal de acceso debería ser algo más ancho, para permitir una holgura suficiente cuando se producen interferencias entre embarcaciones. Por otra parte, en ninguno de los Puertos revisados se alcanza una anchura de canal de 300 pies (90 metros). Así, parece aconsejable recomendar una anchura mínima de 45 metros de canal si este es recto y de 75 si es tortuoso para Puertos cuya capacidad sea menor a 1.000 embarcaciones. Además, se deberán ampliar estas anchuras otros 25 metros por cada 1.000 barcos adicionales.

## 2.7. Anchura de bocana

Casi toda la literatura repasada coincide en recomendar una anchura mínima de bocana navegable de 25 metros o tres veces la eslora del barco mayor que pueda acceder al Puerto.

El calado en la bocana debe asegurar que ésta se encuentre fuera de la línea de rotura. La regulación de MOPU complementa este criterio añadiendo: "...fuera de la línea de rotura de cualquier ola significativa con frecuencia de cinco años".

## 2.8. Medios de varado

También en este caso la literatura revisada es homogénea. Así, se recomienda una grúa de 6 Ton y un pórtico travelift por cada 300 embarcaciones. Sin embargo, en los puertos revisados se observa que un único travelift puede ser suficiente si el número de embarcaciones simultáneas en el puerto es menor de 750.

El calado de la canal de acceso a los medios de atraque se recomienda mayor o igual a 3,5 metros.





### 2.9. Otros parámetros

- Anchura de pantalanés (MOPU): Los pantalanés deben tener una anchura mínima de 2 metros si éste tiene menos de 100 metros de longitud y 3 si se superan los 100 metros.
- Longitud máxima de pantalán (PE): No se recomienda tender pantalanés de más de 100 metros.
- Longitud del muelle de recepción (MOPU): Se debe prever un muelle de recepción de más de 30 metros de longitud.

## 3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA FLOTA DEPORTIVA Y PESQUERO- RECREATIVA

Actualmente, la mayor parte de las embarcaciones pesquero-recreativas se sitúan dispersas a lo largo de la ría. En general fondean en las proximidades del casco urbano y a lo largo del Caño del Peral o del Caño de Villegas. De los tres grupos principales que forman las 420 embarcaciones, no se tiene una clara diferenciación entre las puramente deportivas y las pesquero-recreativas. Sin embargo, por su eslora, podría decirse que los dos primeros grupos (esloras de menos de 6 m) corresponden a embarcaciones pesquero-recreativas, es decir, un total de 400 embarcaciones. Las 20 embarcaciones restantes pueden considerarse que sean puramente deportivas.

Como se mencionó con anterioridad, la experiencia muestra que la flota pesquero- recreativa difícilmente se traslada a instalaciones náutico-deportivas mientras pueda seguir disfrutando de su ubicación actual en las proximidades del ámbito pesquero. Dicha reticencia a mantener su ubicación actual se produce por tres razones: 1) condicionantes económicos, 2) razones “afectivas” o inmovilistas y 3) un intento de mantener su carácter pesquero por encima del deportivo. Sin embargo, la forma en que se fomenten las nuevas instalaciones del puerto deportivo de San Vicente, podría alterar esta reticencia y motivar que las embarcaciones pesquero-recreativas se desplacen.

La dificultad de poder predecir el número de embarcaciones pesquero-recreativas que se desplacen al nuevo puerto, además de la práctica inexistencia actual de embarcaciones deportivas, reduce al campo de la especulación el tamaño de la flota a considerar en el año horizonte para el nuevo puerto deportivo. En consecuencia, se procederá a definir las necesidades funcionales actuales de la flota deportiva y pesquero-recreativa para tener una base comparativa a la hora de elegir y desarrollar en detalle una alternativa en particular.

Como se ha visto en los apartados anteriores, las necesidades funcionales de un puerto deportivo dependen, fundamentalmente, de las dimensiones de las embarcaciones a considerar. Dado que el puerto deportivo de San Vicente de la Barquera dará servicio a las embarcaciones de recreo en tránsito durante el periodo estival, y deberá proporcionar abrigo a lo largo de todo el año, se considerarán embarcaciones de 14 m de eslora como máximo para el diseño de las instalaciones, áreas de tierra, dimensionamiento de canales y dársenas, mientras que el canal de acceso y la anchura de bocana se definirá para que permita el acceso seguro de una embarcación de vela de 18 m de eslora, 3 m de calado y 5 m de manga.

### 3.1. Área de la dársena

- $A_d = 42.000 \text{ m}^2$  (100  $\text{m}^2$ /barco)

### 3.2. Área de tierra

- $A_t = 16.800 \text{ m}^2$  (40  $\text{m}^2$ /barco)

### 3.3. Distancia entre fingers

Para atraques dispuestos en forma de 2 barcos/finger y teniendo en cuenta la holgura que en los Puertos del Cantábrico se deja entre barcos, se confecciona la Tabla 2:

Eslora (m)	Manga(m)	Distancia entre fingers (m)
14	4,5	10,1
12	4	9,1
10	3,8	8,7
8	3	7,1
6	2,5	6,1

Tabla 2. Distancia entre fingers en función de la eslora.

### 3.4. Calados por esloras

En este punto puede diferenciarse entre atraques para embarcaciones de vela y atraques para embarcaciones de motor. En el caso del Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera, podría tener sentido definir zonas para embarcaciones de vela (más exigentes en cuanto al calado) y otras para las de motor (menos exigentes). En la Tabla 3, a continuación, se muestran los calados característicos en función de la eslora y el tipo de embarcación.

Eslora (m)	Calado de la embarcación (vela, orza fija)	Calado de la embarcación (motor)
18	3,0	-
14	2,8	1,6
12	2,4	1,4
10	2,0	1,2
8	1,7	0,9
6	1,4	0,7

Tabla 3. Calados característicos en función de la eslora y del tipo de embarcación

Para el diseño de los calados en la zona de atraques y en las canales de acceso a éstos, deberá sumarse a los calados de las embarcaciones (tabla anterior) las agitaciones y holguras correspondientes. Así, los calados de diseño podrían ser (Tabla 4):

Eslora (m)	Calado de diseño (vela, orza fija)	Calado de diseño (motor)
18	3,6	-



14	3,4	2,2
12	3,0	2,0
10	2,6	1,8
8	2,3	1,5
6	2,0	1,3

Tabla 4. Calado de diseño en función de la eslora y del tipo de embarcación.

### 3.5. Agitación

La normativa de MOPU en cuanto a agitación en el interior de la dársena, distingue entre los casos en que no se prevé la pernocta de tripulantes a bordo y los casos en que sí se prevé dicha pernocta. Así, las exigencias son de 0,6 m de amplitud máxima de la oscilación en el primer caso y de 0,25 m en el segundo. En el caso del puerto deportivo de San Vicente de la Barquera, se prevé la pernocta de tripulantes a bordo, por lo tanto la exigencia debería ser de 0,25 m. Sin embargo, esta imposición, establecida de forma determinista, es imposible de cumplir. Efectivamente, la agitación interior es una variable estadística que depende de muchos factores: agitación exterior de onda corta, agitación exterior de onda larga, respuesta resonante del Puerto, viento, nivel de marea, rebase (si se produce), etc. Dada una geometría del Puerto, y conocidas las funciones de distribución de cada uno de estos fenómenos, la combinación de las probabilidades de ocurrencia de cada uno de ellos aportaría una aproximación estadística al régimen de agitaciones en el interior del Puerto. Imponer una agitación inferior a 0,25 m el 100% del tiempo sin atender a su periodo es, en general, imposible; exigiría, por ejemplo, evitar totalmente la onda larga asociada a los grupos de olas, que por sí sola es capaz de generar oscilaciones de ese tamaño, o evitar el viento en el interior de la dársena o el rebase esporádico de alguna ola.

Una aproximación más adecuada a la limitación en la agitación interior es la siguiente:

#### Comodidad

- No superar una oscilación de 0,25 m con periodos de onda inferiores a 20 segundos el 95% del tiempo en verano y el 85% del tiempo en invierno.

#### Seguridad

- No superar en ningún caso una agitación de más de 0,5 m con periodos inferiores a 20 segundos, ni oscilaciones superiores a 0,75 m con cualquier período.

En el desarrollo del presente trabajo se ha trabajado con esta nueva limitación desarrollada por el GIOC como referencia para los puertos deportivos del Cantábrico.

### 3.6. Anchura de canales de acceso a atraques (PDE):

Eslora (m)	Distancia entre pantalanés (m)	Anchura de los canales de acceso a los atraques (m)
14	51	21
12	44	18

10	37	15
8	30	12
6	23	9

Tabla 5. Anchura de canales de acceso a atraques en función de la eslora

### 3.7. Anchura del canal principal (PSB):

- $C \geq 45$  m si el canal es recto
- $C \geq 75$  m si el canal es tortuoso
- Se recomienda un calado mínimo de 4,0 m

### 3.8. Anchura de la bocana

Considerando que la eslora de la embarcación deportiva más grande que se prevé pudiera hacer uso del puerto en caso de emergencia es de 18 m, la anchura de la bocana mínima es:

**Anchura de la bocana = 54 m**

El calado en la bocana debe asegurarse que se encuentra fuera de la línea de rotura de cualquier ola significativa con periodo de retorno de cinco años.

### 3.9. Medios de Varado:

- Grúa de 6 Tn
- 1 pórtico travel-lift
- El calado de la canal de acceso a los medios de varado se recomienda mayor o igual a 3,5 metros.

### 3.10. Otros parámetros:

- **Anchura de los pantalanés (MOPU):** los pantalanés deben tener una anchura mínima de 2 metros si éste tiene menos de 100 m de longitud y 3 si se superan los 100 m.
- **Longitud máxima de pantalán (PE):** no se recomienda tender pantalanés de más de 100 metro.
- **Longitud del muelle de recepción (MOPU):** se debe prever un muelle de recepción de más de 30 m de longitud. En este muelle pueden permanecer las embarcaciones que requieran refugio y que por sus dimensiones o que por falta de espacio disponible en el puerto, no puedan atracar en otro pantalán.

## 4. RESUMEN

En la siguiente Tabla, se presenta un resumen de las características funcionales de un puerto deportivo que satisfaga a la flota actual de San Vicente de la Barquera.



Instalaciones	Necesidad para la flota actual (420 embarcaciones)		
Área total de la dársena	42.000 m <sup>2</sup>		
Área total de tierra	16.800m <sup>2</sup>		
Distancia entre fingers	Eslora (m)	Manga (m)	Distancia entre fingers (m)
	14	4,5	10,1
	12	4	9,1
	10	3,8	8,7
	8	3	7,1
	6	2,5	6,1
Agitación	Con pernocta de tripulantes		0,25 m de amplitud máxima
Anchura de los canales de acceso a atraques	Eslora (m)	Distancia entre pantalanes	Anchura de los canales de acceso atraques
	14	51	21
	12	44	18
	10	37	15
	8	30	12
	6	23	9
Anchura del canal principal de navegación	$C \geq 45\text{m}$ si el canal es recto $C \geq 75\text{m}$ si el canal es tortuoso		
Anchura de la bocana	54 m		
Medios de varado	Grúa de 6 Tn 1 pórtico travel-lift		
Longitud y anchura de pantalán	Longitud no debe superar los 100m Anchura del pantalán entorno a 2,5 m		
Muelle de recepción	Con más de 30 m de longitud		
Calados en: - Canal principal - Bocana - Canales de acceso a los atraques	Calado mínimo de 4,0 m Aprox. 5,0 m En función de la eslora, ver tabla.		

Tabla 6. Resumen de las necesidades funcionales del puerto deportivo.



## ANEJO Nº12: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	LÍNEAS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS .....	3
3.	EMPLAZAMIENTO EN EL INTERIOR DE LA RÍA .....	3
3.1.	Alternativa 1: Puerto interior y desembocadura actual .....	3
3.1.1.	Primera variante (Alternativa 1A) .....	4
3.1.2.	Segunda variante (Alternativa 1B) .....	4
3.2.	Alternativa 2 Puerto interior y nueva desembocadura .....	5
3.2.1.	Primera y segunda variante (Alternativas 2A y 2B) .....	5
4.	EMPLAZAMIENTO EN EL EXTERIOR DE LA RÍA .....	6
4.1.	Alternativa 3 Puerto exterior y desembocadura actual .....	6
4.1.1.	Primera variante (Alternativa 3A) .....	6
4.1.2.	Segunda variante (Alternativa 3B) .....	6
4.1.3.	Tercera variante (Alternativa 3C) .....	7
4.1.4.	Cuarta variante (Alternativa 3D) .....	8
4.2.	Alternativa 4 Puerto exterior y nueva desembocadura .....	8
4.2.1.	Primera variante (Alternativa 4A) .....	8
4.2.2.	Segunda variante (Alternativa 4B) .....	9
5.	TABLA COMPARATIVA .....	9

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 1A, Puerto interior y desembocadura actual. ....	4
Imagen 2. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 1B, Puerto interior y desembocadura actual. ....	4
Imagen 3. Configuración de una de las alternativas de mejora planteadas en el estudio U.C.- 96. Nueva Desembocadura .....	5
Imagen 4. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 2 (Variantes 1 y 2), Puerto interior y nueva desembocadura. ....	6
Imagen 5. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3A, Puerto exterior y desembocadura actual. ....	7
Imagen 6. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3B, Puerto exterior y desembocadura actual. ....	7
Imagen 7. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3C, Puerto exterior y desembocadura actual. ....	7
Imagen 8. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3D, Puerto exterior y desembocadura actual. ....	8
Imagen 9. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 4A, Puerto exterior y desembocadura actual. ....	9
Imagen 10. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 4B, Puerto exterior y desembocadura actual. ....	9





## 1. INTRODUCCIÓN

En las alternativas de mejora y/o ampliación del Puerto de San Vicente de la Barquera propuestas en el estudio realizado por la Universidad de Cantabria en 1996, se planteó reubicar la totalidad de la flota deportiva y pesquero-recreativa, concentrándola en un área localizada en el interior de la ría.

Al mismo tiempo, con la idea de mejorar las condiciones de accesibilidad al puerto, se planteó modificar la canal de entrada a distintos niveles, desde un dragado de mantenimiento de la actual canal, hasta la construcción de una nueva desembocadura, recuperando la entrada original e independizándola de la playa de Merón.

En este estudio, siendo el punto de partida la alternativa que se planteó en 1996, se buscan otras posibilidades de situación que incluyen la posibilidad de situar el puerto deportivo en la zona exterior de San Vicente de la Barquera, concretamente en la ensenada formada por las peñas mayor y menor, la Punta de la Silla.

En este capítulo se realiza una descripción breve de las diferentes alternativas para el diseño del puerto deportivo de San Vicente de la Barquera, donde se analizan los diferentes localizaciones, es decir, tanto en el interior como en el exterior de la ría, además de considerar la posibilidad de mantener la desembocadura existente o recuperar la previa a la construcción de los diques de encauzamiento.

## 2. LÍNEAS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Las alternativas definidas inicialmente suponen, básicamente, las siguientes consideraciones:

- **Clasificación en función de su emplazamiento:** 1) puerto deportivo exterior, localizado en la ensenada formada por las Peñas Mayor y Menor, Punta de la Silla y Punta del Castillo, al oeste de la actual desembocadura y 2) puerto deportivo interior, localizado dentro del propio estuario, específicamente aguas abajo del Puente de la Maza y del Puente Nuevo. Para cada emplazamiento, se proponen distintas configuraciones.
- **Clasificación en función de las actuaciones en la desembocadura:** a) se mantiene la desembocadura actual y b) se propone una nueva desembocadura.
- **Clasificación en función del diseño preliminar de las alternativas propuestas,** se ha seguido un criterio basado en la más adecuada configuración de acuerdo a las características de la zona de emplazamiento, es decir, la profundidad disponible, las propiedades del fondo, la interferencia con los canales de navegación actuales, así como los efectos a la dinámica sedimentaria.

## 3. EMPLAZAMIENTO EN EL INTERIOR DE LA RÍA

A lo largo de la historia los puertos se han situado en el interior de los ríos, bahías y estuarios. El principal motivo era aprovechar la protección natural que estos ofrecen. En San Vicente de la Barquera, se puede apreciar como la población se encuentra en el interior de la ría, así como el puerto pesquero en el actual Barrio de la Barquera, aprovechando de esta forma el abrigo natural de la ría. Independientemente de las dificultades que la desembocadura tiene durante la maniobra de entrada o salida del puerto, así como los aterramientos que obligan a realizar una obra de dragado de mantenimiento cada cierto número de años, la proximidad de un futuro puerto deportivo a la ciudad ofrece varias ventajas.

El importante componente social que representa el puerto deportivo hace que la cercanía del mismo a las zonas de esparcimiento actuales de la ciudad resulte ser un factor a tener en cuenta. Además, las obras de instalación del puerto deportivo resultan más económicas que un puerto que requiera de la construcción de un dique de abrigo. Claro está que existen elementos importantes en el caso de un puerto interior que pudieran incrementar los costes, tales como las obras de mejora para hacer que la desembocadura sea segura, además de las obras de dragado de mantenimiento. Finalmente, tal y como se ha expuesto en la Introducción del presente documento, la flota pesquero-recreativa, que en la actualidad se encuentra dispersa a lo largo de toda la ría, difícilmente estará dispuesta a dejar su actual puesto de atraque (gratuito) por uno que se encuentre en el exterior de la ría. Sin embargo, la instalación de un puerto deportivo en el interior de la ría plantea una serie de problemas y afecciones medioambientales de difícil solución. Por lo que, al final, la decisión del mejor emplazamiento tendrá una mezcla de factores técnicos, sociales, económicos, políticos y medioambientales.

### 3.1. Alternativa 1: Puerto interior y desembocadura actual

En esta alternativa se propone la construcción de un puerto deportivo en el interior del estuario y en el que se mantiene la desembocadura actual, por donde las embarcaciones pesqueras, pesquero-recreativas y deportivas



realizan la entrada y salida del puerto. Es importante resaltar que las condiciones actuales de la desembocadura no son adecuadas para la navegación segura, en especial durante los periodos de bajamar. En consecuencia, como parte fundamental a la consideración de cada una de las alternativas de emplazamiento del puerto deportivo en el interior del estuario, se debe contemplar las obras de dragado y mantenimiento de la desembocadura.

### 3.1.1. Primera variante (Alternativa 1A)

En la Imagen 1 se presenta un diagrama esquemático de la configuración de la primera variante de la alternativa 1 (Alternativa 1A). Esta alternativa corresponde a la que se propuso en el estudio de alternativas de mejora presentado por la Universidad de Cantabria a la Consejería en 1996.



Imagen 1. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 1A, Puerto interior y desembocadura actual.

El emplazamiento del puerto deportivo de la Alternativa 1A aprovecha la configuración actual del puerto pesquero y se extiende hacia la desembocadura del estuario. La configuración propuesta consiste en un puerto deportivo de pequeñas dimensiones (200 a 250 embarcaciones), apto para el atraque de la flota pesquero-recreativa que se encuentra en la actualidad distribuida a lo largo de todo el estuario. Los volúmenes de obra se han estimado en 50.000 m<sup>3</sup> de dragado y 80.000 m<sup>3</sup> de rellenos. Con fines comparativos, al final del presente capítulo, se presenta una tabla indicando las principales unidades de obra para todas las alternativas

propuestas. Asimismo, con el fin de proporcionar un parámetro económico comparativo, se incluye un presupuesto estimativo de las unidades de obra y del total.

### 3.1.2. Segunda variante (Alternativa 1B)

En la Figura 4.2 se presenta un diagrama esquemático de la configuración de la segunda variante de la alternativa 1 (Alternativa 1B). En este caso se considera la zona de la ría adyacente a la población de San Vicente de la Barquera, entre el Puente de la Maza y el antiguo muelle pesquero.



Imagen 2. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 1B, Puerto interior y desembocadura actual.

El emplazamiento de esta alternativa ha sido objeto de diversos estudios de viabilidad previos a la realización del actual informe. La configuración de la Alternativa 1B, tal y como se muestra en la Figura 4.2, consta de un dique de cierre cuyo fin es encauzar las corrientes de vaciante y llenante, evitando, o reduciendo, la sedimentación del puerto deportivo. Las áreas de tierra requieren de un relleno, propuesto en la zona somera del bajo mareal, y del dragado de la dársena. De la misma forma que se han estimado los volúmenes de obra para la alternativa 1A, en esta variante se tienen unos 500 m de dique de cierre, 100.000 m<sup>3</sup> de dragado y 150.000 m<sup>3</sup> de relleno.

Finalmente, el área de dársenas de maniobra y atraque es de, aproximadamente, 30.000 m<sup>2</sup>, con una capacidad de unas 300 embarcaciones.



### 3.2. Alternativa 2 Puerto interior y nueva desembocadura

En el estudio sobre la funcionalidad y propuesta de alternativas de mejora del puerto, presentado por la Universidad de Cantabria en 1996 a la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, se plantea, como alternativa a la mejora de las condiciones de acceso al puerto, independizar la desembocadura de la playa de Merón, recuperando para ello la antigua entrada. De este modo, se propone eliminar el actual dique que une la Punta del Castillo con la Peña Mayor (Dique A), cerrando la actual desembocadura con un espigón de encauzamiento, forzando las corrientes de llenante y vaciante del estuario. Desde el punto de vista del acceso seguro a la nueva desembocadura, la nueva enfilación de entrada hace necesario la construcción de un nuevo dique de abrigo y de un contradique. En la Imagen 3 se presenta una de las configuraciones planteadas en el estudio de 1996.

El Dique Norte inicia al oeste de Punta de la Silla y su fin es formar una ante-dársena de abrigo para protegerse del oleaje del Norte y del Noroeste. Tiene una longitud aproximada de 450 m y su sección tipo es relativamente baja, ya que puede ser rebasable.

El Dique Este o Contradique es una prolongación del espigón de encauzamiento de la nueva desembocadura y su fin es el abrigo del oleaje del Nordeste. Considerando el espigón de encauzamiento, tiene una longitud total aproximada de 300 m.

Un aspecto importante a tener en consideración en esta alternativa es el comportamiento morfológico de la desembocadura, ya que en la actualidad puede considerarse que el sistema se encuentra en equilibrio dinámico, quiere esto decir que existe un transporte sedimentario entre el estuario, la desembocadura y la playa de Merón, pero el balance neto es nulo, por lo que no hay variaciones en la configuración media. En consecuencia, en caso de elegir esta alternativa, o cualquiera que implique la alteración del sistema estuario- desembocadura-playa, se deberá efectuar un análisis de la tendencia sedimentaria a largo plazo, identificando las posibles zonas de sedimentación o erosión, así como su efecto en la operatividad del puerto.

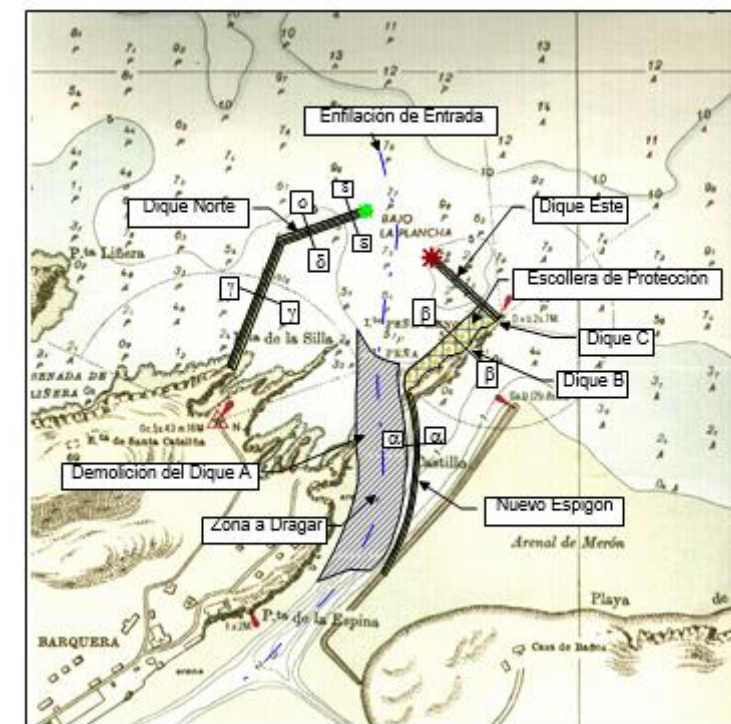


Imagen 3. Configuración de una de las alternativas de mejora planteadas en el estudio U.C.-96. Nueva Desembocadura

#### 3.2.1. Primera y segunda variante (Alternativas 2A y 2B)

Las dos variantes descritas en la Alternativa 1, donde el puerto deportivo queda localizado en el interior del estuario, son las mismas variantes de la presente Alternativa 2, ya que el emplazamiento y características del puerto son independientes de las mejoras propuestas a la desembocadura. En la Figura 4.4 se presenta un diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 2, donde se han incluido ambas variantes.

En la Imagen 4 se presenta una pequeña modificación a la alternativa propuesta en el estudio U.C.-96. En donde el espigón de encauzamiento se prolonga hasta el morro del contradique, formando una zona de tierra adosada a Peña Mayor, aprovechando para ello el bajo de la Plancha. Finalmente, el cierre de la actual desembocadura permitiría conformar una playa entre el espigón de encauzamiento, Peña Menor y los Diques B y C.



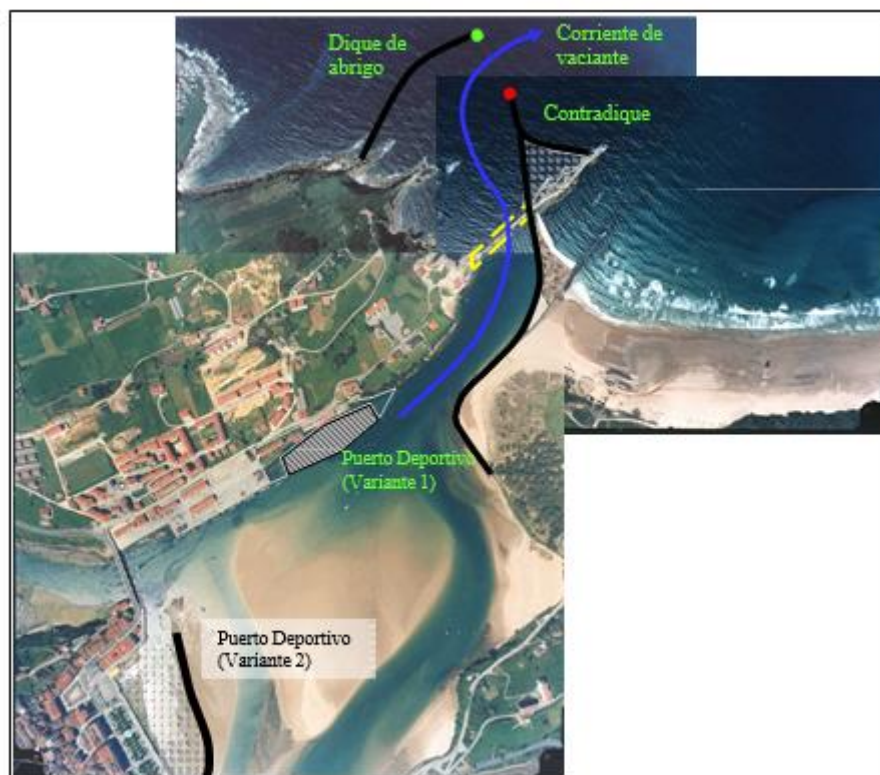


Imagen 4. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 2 (Variantes 1 y 2), Puerto interior y nueva desembocadura.

Evidentemente, exceptuando las mejoras a la desembocadura, las unidades de obra de ambas variantes son idénticas a las descritas con anterioridad, por lo que no es necesario repetirlas.

#### 4. EMPLAZAMIENTO EN EL EXTERIOR DE LA RÍA

La idea de situar el puerto deportivo en el exterior de la ría de San Vicente de la Barquera se origina a partir de la necesidad de modificar la desembocadura para mejorar las condiciones de navegación. Siguiendo la configuración de la Alternativa 2, se propone aprovechar el emplazamiento del puerto deportivo en la Ensenada de Liñera, entre Punta de la Silla y apoyado en el actual dique de cierre (Diques A, B y C y Peñas Mayor y Menor). La dársena requiere de un dique de abrigo, fundamentalmente para protegerse de los oleajes del N y del NW.

Finalmente, el emplazamiento en el exterior de la ría ha cobrado especial relevancia al considerar que situar el puerto deportivo en el interior de la ría pudiera tener consecuencias medioambientales.

De esta forma, se plantean 5 alternativas al puerto exterior que pueden subdividirse en dos grandes grupos: a) aquellas en las que se mantiene la desembocadura actual y b) aquellas en las que se confecciona una nueva desembocadura.

##### 4.1. Alternativa 3 Puerto exterior y desembocadura actual

En esta alternativa se propone la construcción de un puerto deportivo en el que se mantiene la desembocadura actual, por la que las embarcaciones pesqueras mantienen su entrada al puerto tal y como lo hacen hoy en día.

###### 4.1.1. Primera variante (Alternativa 3A)

En la Imagen 5 se presenta un diagrama esquemático de la configuración de la primera variante de la Alternativa 3 (Alternativa 3A), que consiste en la construcción de un dique de abrigo de 350 m de largo que parte de la Punta de la Silla, un contradique de 150 m, perpendicular al actual Dique C. De esta forma, el puerto deportivo puede albergar más de 500 embarcaciones, con una superficie de tierra útil de 20.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente. Esta configuración presenta varias ventajas, entre otras, mantiene totalmente independiente el puerto deportivo del pesquero y reduce al mínimo las afecciones a la dinámica sedimentaria, ya que la configuración actual de la desembocadura ha quedado intacta. Adicionalmente, al mantenerse los diques actuales, se aprovecha la comunicación que éstos ofrecen para acceder a la zona de tierra adyacente a las Peñas Mayor y Menor.

###### 4.1.2. Segunda variante (Alternativa 3B)

En la Imagen 6 se presenta un diagrama esquemático de la segunda variante de la Alternativa 3 (Alternativa 3B). Como puede observarse, en la segunda variante sólo se ha modificado la distribución de las áreas de agua, así como la orientación de los atraques. El fin de esta modificación es aprovechar la configuración de la batimetría, en la que se observan lajas rocosas con una orientación predominante hacia el Nordeste. Las cantidades de obra de los diques de abrigo y el área de tierra útil que se obtiene son las mismas que la Alternativa 3A, por lo que las ventajas y características de esta variante son también similares, incluyendo la capacidad de albergar 500 embarcaciones, aproximadamente. Cabe resaltar que esta solución permite orientar las embarcaciones atracadas en el sentido del viento dominante, por lo que las restricciones operativas disminuyen.



Imagen 5. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3A, Puerto exterior y desembocadura actual.



Imagen 6. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3B, Puerto exterior y desembocadura actual.

#### 4.1.3. Tercera variante (Alternativa 3C)

En la Imagen 7 se presenta un diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3C. Esta alternativa, consta de un Dique de abrigo de 890 m de longitud, dividido en dos tramos de 560 y 330 m, así como un contradique de 155 m, formando una dársena de 120.000 m<sup>2</sup>, con capacidad para más de 1.200 embarcaciones. Se plantea una prolongación de 100 m del actual espigón de encauzamiento, así como la realización de un relleno a lo largo del actual Dique A, Peña Mayor, Dique B, Peña Menor y Dique C. De esta forma, la desembocadura actual queda con una anchura constante de 80 m.

Esta alternativa presenta la misma filosofía que las alternativas anteriores, aunque sus dimensiones y capacidades son mayores. En este caso, dada la prolongación del espigón y la longitud del dique principal, es posible que la configuración de la playa de Merón sea alterada. Como se verá más adelante, en la elección de la configuración del puerto deportivo se tendrá en consideración evitar cualquier posible efecto de las obras, tanto en la playa como en la desembocadura.



Imagen 7. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3C, Puerto exterior y desembocadura actual.





#### 4.1.4. Cuarta variante (Alternativa 3D)

En la Imagen 8 se presenta, esquemáticamente, la configuración de la Alternativa 3D. Básicamente, esta alternativa es otra variante de la Alternativa 3A donde se plantea un acceso alternativo al puerto pesquero (y al interior del estuario) en aquellos casos en los que el oleaje o el nivel de la marea lo impidan por la desembocadura actual. El acceso alternativo recupera la entrada original del puerto, tal y como se plantea en la Alternativa 2, aunque en este caso el Dique A actual entre Punta del Castillo y Peña Mayor se sustituye por una compuerta. En condiciones de operación normales, la compuerta permanece cerrada, manteniendo las condiciones hidrodinámicas actuales, y se mantiene también comunicación con el área de tierra del contradique.

El puerto deportivo tuene capacidad para unas 500 embarcaciones, el dique de abrigo tiene unos 300 m de longitud, el contradique 150 m y el dique interior 250 m, aproximadamente. Las unidades de obra de esta alternativa consideran 10.000 m3 de dragado, 12.000 m3 de demolición y unos 200.000 m3 de rellenos



Imagen 8. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 3D, Puerto exterior y desembocadura actual.

#### 4.2. Alternativa 4 Puerto exterior y nueva desembocadura

De la misma forma en que se ha planteado como alternativa el emplazamiento del puerto deportivo, también se ha considerado la posibilidad de recuperar la desembocadura original existente antes de las obras de los Diques A, B y C. La filosofía de esta alternativa es la misma que la Alternativa 2, donde se retomó la propuesta de

mejora de la desembocadura del estudio presentado por la Universidad de Cantabria en 1996 a la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo. Es importante repetir que la idea fundamental de la nueva desembocadura es de independizarla de la dinámica sedimentaria de la Playa de Merón. Sin embargo, la desembocadura mantendrá su vínculo con la dinámica sedimentaria del estuario, por lo que en caso de elegir una solución de estas características, se deberá analizar le evolución a largo plazo de la nueva desembocadura y ensenadas adyacentes.

Para la Alternativa 4 se plantean dos variantes, donde la diferencia fundamental es la localización y dimensiones del puerto deportivo propuesto.

##### 4.2.1. Primera variante (Alternativa 4A).

En la Imagen 9 se presenta un diagrama esquemático de la Alternativa 4A. Como puede observarse, la nueva desembocadura queda formada entre la Punta del Castillo y Peña Mayor. El dique de abrigo, de unos 200 m de longitud, y el contradique, de 150 m, tienen como único objetivo el formar un área abrigada adecuada para la navegación segura de embarcaciones deportivas y de pesca.

En este caso, la comunicación con Peña Mayor y Peña Menor se efectúa con la prolongación del actual espigón de encauzamiento, formando una dársena de atraque para embarcaciones deportivas. El puerto así emplazado, con capacidad para unas 100 ó 150 embarcaciones, queda vinculado a las actividades lúdicas de la Playa de Merón, y su acceso tendría que hacerse a lo largo del espigón actual.

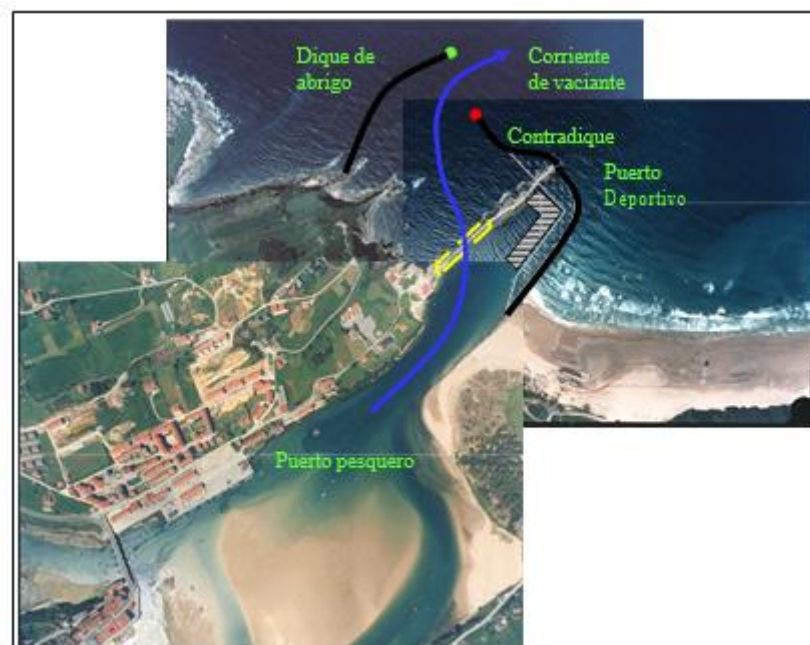


Imagen 9. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 4A, Puerto exterior y desembocadura actual.

#### 4.2.2. Segunda variante (Alternativa 4B)

Finalmente, en la Imagen 10 se presenta un diagrama esquemático de la Alternativa 4B. Como puede observarse, esta alternativa es un híbrido de la Alternativa 2 y la 3D. El cierre de la desembocadura actual se realiza con una prolongación del espigón de encauzamiento, donde se formaría una playa a continuación de la playa de Merón. El dique de abrigo, de 450 m de longitud, conforma la zona de tierra y la dársena deportiva, junto con un dique interior de 300 m. El contradique, de 100 m de longitud, tiene como finalidad proteger del oleaje del Nordeste a las embarcaciones pesqueras que entran al estuario. El puerto deportivo tiene así una capacidad de unas 600 embarcaciones, aproximadamente, y los volúmenes de obra consideran 60.000 m<sup>3</sup> de dragado, 25.000 m<sup>3</sup> de demolición y 250.000 m<sup>3</sup> de rellenos.

Como alternativa, en caso de ser constructivamente más sencillo o en la necesidad de aumentar las dimensiones de las áreas de tierra y agua, se puede plantear que el dique de abrigo parta de Punta Liñera, cerrando por completo la ensenada.

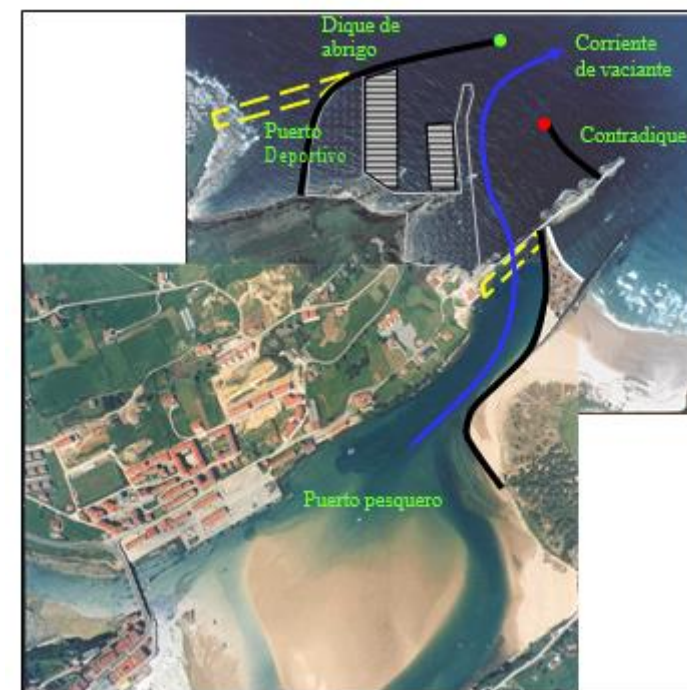


Imagen 10. Diagrama esquemático de la configuración de la Alternativa 4B, Puerto exterior y desembocadura actual.

## 5. TABLA COMPARATIVA

A continuación se presenta una tabla comparativa de todas las alternativas y variantes propuestas, donde se han incluido los volúmenes de obra más importantes, un presupuesto estimativo y las características más representativas.

Como puede observarse, las alternativas de emplazamiento en el interior del estuario presentan un coste menor, ya que no requieren de una obra de abrigo, y el dragado se realiza en un fondo arenoso, mientras que los emplazamientos exteriores requieren de dragado en roca.

Por otro lado, desde el punto de vista medioambiental, las soluciones en las que el puerto deportivo se encuentra en el exterior resultan más adecuadas, siempre y cuando la configuración del puerto no tenga efecto en la dinámica de la playa adyacente ni de la desembocadura. En el capítulo siguiente se describe la configuración del puerto deportivo que, tras conversaciones con el gabinete técnico de las Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, se ha considerado más adecuada para el desarrollo de las actividades náutico-deportivas en San Vicente de la Barquera.



Alternativa	Dique de abrigo	Contradique	Dique interior	Dragado	Demolición	Rellenos	Otros	Coste infraestructuras básicas
Alt. 1A	-	-	-	50.000 m³	-	80.000 m³	0,34 M€	3,7 M€
Alt. 1B	-	-	500 m	100.000 m³	-	150.000 m³	1,41 M€	15,5 M€
Alt. 2A	200 m	150 m	200 m	110.000 m³	25.000 m³	80.000 m³	1,97 M€	21,7 M€
Alt. 2B	200 m	150 m	200 + 500 m	160.000 m³	25.000 m³	150.000 m³	3,05 M€	33,5 M€
Alt. 3A	350 m	150 m	100 m	60.000 m³	-	200.000 m³	2,32 M€	25,6 M€
Alt. 3B	350 m	150 m	100 m	60.000 m³	-	200.000 m³	2,32 M€	25,6 M€
Alt. 3C	890 m	155 m	100 m	60.000 m³	-	200.000 m³	4,49 M€	49,4 M€
Alt. 3D	350 m	150 m	250 m	60.000 m³	12.000 m³	200.000 m³	2,60 M€	28,3 M€
Alt. 4A	200 m	150 m	200 m	60.000 m³	25.000 m³	50.000 m³	1,71 M€	18,8 M€
Alt. 4B	450 m	100 m	300 m	80.000 m³	25.000 m³	250.000 m³	3,15 M€	34,65 M€



## ANEJO Nº13: SOLUCIÓN ADOPTADA



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 3

2. VALORACIÓN DEL PUERTO INTERIOR ..... 3

3. VALORACIÓN DEL PUERTO EXTERIOR..... 3

4. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA ..... 3

4.1. Obras de abrigo..... 4

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: ría de San Vicente de la Barquera. Ahora (izquierda) y con el nuevo puerto (derecha). .....3

Imagen 2: esquema en planta de la alternativa.....4





## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se ha optado por la ubicación del nuevo puerto deportivo de San Vicente de la Barquera en el exterior de la ría, puesto que situarlo en el interior presenta mayor impacto ambiental, además de no cumplir plenamente con el plan de puertos.

## 2. VALORACIÓN DEL PUERTO INTERIOR

En lo que respecta a dicha alternativa de puerto interior, como ya se ha mencionado, se contradice en algunos aspectos con los criterios generales del propio Plan de Puertos ya que en los mismos se parte de que “las zonas de mayor valor ambiental, como es el caso de las rías incluidas de algún Espacio Natural Protegido o de los espacios más cercanos a playas, se constituyen en zonas excluidas donde se desaconseja la implantación de nuevos puertos desde el punto de vista ambiental”. Condición que cumple el estuario de San Vicente como zona excluida: es una ría incluida en un espacio natural protegido. Zona en la que además predominan los procesos de sedimentación y que por lo tanto también se considera como no apta para la instalación de un nuevo puerto.



Imagen 1: ría de San Vicente de la Barquera. Ahora (izquierda) y con el nuevo puerto (derecha).

La construcción de un puerto interior producirá una alteración de la dinámica sedimentaria derivada de la implantación de un obstáculo de dimensiones importantes en el interior de la ría y de las obras de dragado necesarias para mantener un canal de navegación. La escasa renovación de las aguas del interior del puerto producirá una contaminación permanente representando un foco de contaminación importante. Por otra parte, al aumentar el número de embarcaciones se producirá un aumento de los vertidos procedentes de las actividades náuticas. Por lo tanto, si se desea mantener el estuario de San Vicente en las condiciones ambientales actuales, no es una solución viable.

## 3. VALORACIÓN DEL PUERTO EXTERIOR

Por otra parte, la construcción del puerto exterior produciría una modificación importante de la dinámica sedimentaria tanto en la desembocadura como en la playa de Merón, la ocupación de la línea de costa y parte de la rasa marina entre Punta Liñera y Punta del Castillo. En este sentido hay que tener en cuenta que el paisaje constituye uno de los elementos a proteger en el Parque Natural de Oyambre.

Sin embargo, también presenta una serie de ventajas, puesto que mantiene totalmente independiente el puerto deportivo del pesquero y no se produce la contaminación de aguas que producía la ubicación del nuevo puerto en el interior de la ría. Adicionalmente, al mantenerse los diques actuales, se aprovecha la comunicación que éstos ofrecen para acceder a la zona de tierra adyacente a las Peñas Mayor y Menor.

En cuanto a la afección de la dinámica sedimentaria, en el anejo de ANÁLISIS AMBIENTAL se proporcionan una serie de medidas para reducirlo. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Los materiales del fondo de la zona elegida para efectuar el vertido serán de características granulométricas parecidas a la de los materiales a dragar. De esta manera se asegura la migración vertical de los organismos bentónicos adaptados a un tipo de sustrato. Nunca se deberá depositar materiales finos o arenosos sobre un fondo rocoso.
- Se utilizará el material de dragado como material de relleno para la construcción de explanadas si fuera necesario, aunque no está previsto en proyecto, evitándose el vertido en el medio marino o en el terrestre, siempre que cumpla las condiciones exigidas para tal fin.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Tras haber valorado las dos posibles ubicaciones del puerto, tanto en el exterior como en el interior de la ría, en el presente proyecto se desarrollará la Alternativa 3 de las alternativas planteadas por el IH Cantabria en el estudio posterior “Diseño del puerto deportivo de San Vicente de la Barquera”, en el que se exploran nuevas posibilidades de ubicación del Nuevo Puerto Deportivo. Esta alternativa en concreto, contempla la ubicación del puerto en la ensenada formada por las peñas mayor y menor y la Punta de la Silla.



Imagen 2: esquema en planta de la alternativa

La citada alternativa consiste en la construcción de un dique de abrigo de 350 m de largo que parte de la Punta de la Silla, un contradique de 150 m, perpendicular al actual Dique C. De esta forma, el puerto deportivo puede albergar más de 500 embarcaciones, con una superficie de tierra útil de 20.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente. Esta configuración presenta varias ventajas, entre otras, mantiene totalmente independiente el puerto deportivo del pesquero y reduce al mínimo las afecciones a la dinámica sedimentaria, ya que la configuración actual de la desembocadura ha quedado intacta. Adicionalmente, al mantenerse los diques actuales, se aprovecha la comunicación que éstos ofrecen para acceder a la zona de tierra adyacente a las Peñas Mayor y Menor.

La dársena requiere de un dique de abrigo, fundamentalmente para protegerse de los oleajes del N y del NW. Esta alternativa consiste en la construcción de un dique de abrigo que parte de la Punta de la Silla, un contradique perpendicular al actual Dique C. De esta forma, el puerto deportivo puede albergar más de 500 embarcaciones.

Se prevé además para el desarrollo de esta alternativa un dragado de 50.000 m<sup>3</sup> en roca, menor a los 100.000 m<sup>3</sup> de dragado necesarios en el caso de las alternativas de puerto interior, así como 200.000 m<sup>3</sup> de rellenos.

#### 4.1. Obras de abrigo

La geometría de la alternativa propuesta, incluyendo las obras de abrigo, objeto del presente proyecto, resulta en una disposición en planta tal y como se muestra en la Imagen 2.

Las obras de abrigo constan de dos elementos:

- Un dique principal que protege del oleaje proveniente fundamentalmente del N y NW. De este dique sale un segundo dique transversal, cuya función es proteger del escaso oleaje proveniente del NE y E.
- Un contradique que cierra el área de dársena para evitar la penetración del oleaje por difracción en el morro del dique norte, para mantener una oscilación del nivel del mar suficientemente pequeña para lograr seguridad y comodidad en el manejo y atraque de las embarcaciones.

El dique tiene una longitud de 550 m más el morro, mientras que el dique transversal mide 110 m y el contradique 250 m. A continuación se incluyen las secciones tipo de los mismos, así como las cotas de coronación de cada una de ellas.

El cálculo de dichas obras se detalla en el anejo DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO, así como las secciones tipo de las mismas.



## ANEJO Nº14: DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1	INTRODUCCIÓN:.....	4
1.1	Carácter general de la obra: .....	4
1.1.1	Índice de repercusión Económica. IRE.....	4
1.1.2	Índice de repercusión Económica. ISA.....	5
1.1.3	Índice de Repercusión Económica Operativo, IREO: .....	6
1.2	Período de retorno: .....	7
1.3	Tipología de dique.....	7
2	DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE:.....	9
2.1	Piezas y espesores del manto principal exterior: .....	10
1.1.1.	Punto 1:.....	10
1.1.2.	Punto 2:.....	11
1.1.3.	Punto 3:.....	11
2.2	Piezas y espesores mantos secundarios exteriores: .....	11
2.2.1	Punto 1:.....	11
2.2.2	Punto 2:.....	11
2.2.3	Punto 3:.....	12
2.3	Morro del dique: .....	13
2.4	Cálculo de coronación berma superior:.....	13
2.5	Dimensionamiento del espaldón: .....	14
2.6	Resumen de las secciones.....	16

3	DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE INTERIOR:.....	17
3.1	Piezas y espesores: .....	17
3.2	Cálculo de la cota de coronación:.....	18
3.3	Dimensionamiento del espaldón:.....	18
3.4	Resumen de las secciones .....	18
4	DIMENSIONAMIENTO DEL CONTRADIQUE: .....	19
4.1	Piezas y espesores: .....	19
4.2	Morro del contradique: .....	20
4.3	Cálculo de la cota de coronación:.....	20
4.4	Dimensionamiento del espaldón:.....	20
4.5	Resumen de las secciones .....	20
5	TABLAS DE CÁLCULO .....	21

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1: Puerto junto con los puntos de propagación del oleaje .....	7
Imagen 2: área del morro donde se inicia la avería.....	13
Imagen 3: Esquema del espaldón .....	15
Imagen 4: Dimensionamiento del punto 1 del dique. ....	16
Imagen 5: Dimensionamiento del punto 2 del dique. ....	16
Imagen 6: Dimensionamiento del punto 3 del dique. ....	16
Imagen 7: Dimensionamiento del morro del dique.....	16
Imagen 8: Incidencia del oleaje .....	17
Imagen 9: Dimensionamiento del dique interior.....	18



Imagen 10: Dimensionamiento del contradique.....20

Imagen 11: Dimensionamiento del morro del contradique.....20

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: obtención del índice IRE y la vida útil a partir de la ROM 1.0-0.9 .....4

Tabla 2 : obtención del índice IRE y vida útil mínima de las obras de atraque, ROM 2.0-11.....4

Tabla 3: Índice ISA y probabilidad de fallo, ROM 1.0-0.9. ....5

Tabla 4: Índice ISA y probabilidad de fallo para las obras de atraque, ROM 2.0-11. ....6

Tabla 5: índice IREO y operatividad mínima para distintas estructuras, ROM 2.0-0.9. ....6

Tabla 6: parámetros de Gumbel para el oleaje extremal.....7

Tabla 7: límite del caudal de rebase l/s/m, Franco et al (1994). ....14

Tabla 8: coeficientes Au, Bu, Ad y Bd para el cálculo del ascenso. ....14

Tabla 9: Resultados del ascenso de oleaje y cota de coronación .....14

Tabla 10: obtención del coeficiente  $\mu$  para el cálculo de presiones .....15

Tabla 11: valores de B obtenidos para la estabilidad del espaldón del dique exterior .....16

Tabla 12: cota de coronación dique interior en función del ascenso .....18

Tabla 13: resultados anchura B para la estabilidad del espaldón del dique interior .....18

Tabla 14: cota de coronación del contradique en función del ascenso .....20

Tabla 15: resultados de la anchura B del espaldón para la estabilidad del contradique .....20





## 1 INTRODUCCIÓN:

Con el fin de garantizar la funcionalidad y seguridad del Nuevo Puerto Deportivo Exterior de San Vicente de la Barquera, será necesaria la construcción de nuevas obras de abrigo. Por ello, en el presente anejo se definirán las dimensiones del dique en las diferentes secciones del dique exterior, en el dique interior y en el contradique.

Previo al dimensionamiento, será necesaria la recopilación de una serie de datos, tales como el carácter general de la obra y el periodo de retorno, que definirán las características a cumplir por el puerto deportivo en cuestión, las cuales se deberán verificar a la hora del dimensionamiento de las obras de abrigo.

### 1.1 Carácter general de la obra:

Se trata de un indicador de la importancia de una obra marítima y de la repercusión económica, social y ambiental en caso de destrucción o pérdida de funcionalidad de la misma. Para su clasificación se tienen diferentes indicadores, tal y como se expone en los siguientes subapartados. Para todos ellos se hará uso de las tablas facilitadas por la ROM.

#### 1.1.1 Índice de repercusión Económica. IRE.

Este índice tiene en consideración la repercusión económica en caso de destrucción o pérdida de funcionalidad de la obra. Dicho índice se puede estimar a partir de las tablas de la ROM 1.0-0.9.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA			ÍNDICE IRE <sup>7</sup>		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V <sub>m</sub> ) <sup>7</sup> (años)
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Puertos abiertos a todo tipo de tráfico	r <sub>3</sub>	Alto	50
		Puertos para tráfico especializado	r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>1</sup>	Medio (alto) <sup>1</sup>	25 (50) <sup>1</sup>
	PUERTO PESQUERO		r <sub>2</sub>	Medio	25
	PUERTO NAÚTICO-DEPORTIVO		r <sub>2</sub>	Medio	25
	INDUSTRIAL		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>1</sup>	Medio (alto) <sup>1</sup>	25 (50) <sup>1</sup>
	MILITAR		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>2</sup>	Medio (alto) <sup>2</sup>	25 (50) <sup>2</sup>
	PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>3</sup>	Medio (alto) <sup>3</sup>	25 (50) <sup>3</sup>
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES <sup>4</sup>		r <sub>3</sub>	Alto	50
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DEVERTIDO		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>5</sup>	Medio (alto) <sup>5</sup>	25 (50) <sup>5</sup>
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES		r <sub>1</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>6</sup>	Bajo (alto) <sup>5</sup>	15 (50) <sup>7</sup>
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS		r <sub>1</sub>	Bajo	15

Tabla 1: obtención del índice IRE y la vida útil a partir de la ROM 1.0-0.9

A partir de la Tabla 1, para un puerto deportivo, se tiene un índice IRE medio y una vida útil mínima de 25 años.

USO	TIPO DE MERCANCÍA		ÍNDICE IRE <sup>4</sup>		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V <sub>MÍN</sub> ) (AÑOS)
COMERCIAL	Graneles líquidos		r <sub>3</sub> (r <sub>2</sub> ) <sup>1</sup>	Alto (Medio) <sup>1</sup>	50 (25) <sup>1</sup>
	Graneles sólidos		r <sub>3</sub> (r <sub>2</sub> ) <sup>1</sup>	Alto (Medio) <sup>1</sup>	50 (25) <sup>1</sup>
	Mercancía general		r <sub>2</sub>	Medio	25
	Pasajeros	Ferries	r <sub>3</sub> (r <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	Alto (Medio) <sup>2</sup>	50 (25) <sup>2</sup>
		Cruceros	r <sub>2</sub>	Medio	25
PESQUERO			r <sub>1</sub>	Bajo	15
NAÚTICO-DEPORTIVO			r <sub>1</sub>	Bajo	15
INDUSTRIAL			r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>3</sup>	Medio (Alto) <sup>3</sup>	25 (50) <sup>3</sup>
MILITAR			r <sub>3</sub>	Alto	50

(1) El índice IRE podrá reducirse a r<sub>2</sub> cuando el granel sólido ó líquido no esté relacionado con el suministro energético o con materias primas minerales estratégicas y no se pueda disponer de sistemas alternativos para su manipulación y almacenamiento.

(2) El índice IRE podrá reducirse a r<sub>2</sub> cuando se pueda disponer de instalaciones alternativas.

(3) El índice IRE se elevará a r<sub>3</sub> cuando la industria a la que sirve la obra de atraque esté asociada con la producción energética o con la transformación de materias primas minerales estratégicas.

(4) Los índices r<sub>1</sub> y r<sub>2</sub> de la tabla se elevarán un grado por cada 25 M€ de inversión inicial de la obra de atraque.

Tabla 2 : obtención del índice IRE y vida útil mínima de las obras de atraque, ROM 2.0-11



Se comprueba así mismo el IRE y la vida útil para las obras de atraque, que como se observa es una condición menos restrictiva. A partir de la Tabla 2 se obtiene un índice IRE para las obras de atraque bajo y una vida útil mínima de 15 años.

### 1.1.2 Índice de repercusión Económica. ISA.

Este índice estima cualitativamente el impacto social y ambiental asociado a la posible destrucción o pérdida de operatividad total de la obra, incluyendo la posible pérdida de vidas humanas, daños ocasionados en el medio ambiente y en el patrimonio, y la alarma social generada. Este índice, al igual que el IRE, puede estimarse a partir de las tablas de la ROM 1.0-0-9.

A partir de la Tabla 3 se obtiene además del índice ISA ya mencionado, la probabilidad de fallo a estado límite último ( $P_{fELU}$ ) y la probabilidad de fallo a estado límite de servicio ( $P_{fELS}$ ). Para el puerto deportivo a diseñar, se tiene un índice ISA bajo y una probabilidad de fallo de 0,2 para ambos casos.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA				ÍNDICE ISA		P <sub>fELU</sub>	P <sub>fELS</sub>
ÁREAS PORTUARIAS	COMER- CIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique <sup>1</sup>	Mercancías peligrosas <sup>2</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07
			Pasajeros y Mercancías no peligrosas <sup>1</sup>	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique	s <sub>1</sub>	No significativo	0.20	0.20	
	PESQUERO	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10	
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique	s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20	
	NÁUTICO- DEPORT.	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10	
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique	s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20	
	INDUS- TRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique <sup>1</sup>	Mercancías peligrosas <sup>2</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07
			Mercancías no peligrosas	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique	s <sub>1</sub>	No significativo	0.20	0.20	
	MILITAR	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique <sup>1</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07	
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique	s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20	
PROTEC- CIÓN *	Con zonas de almacenamiento adosadas al dique <sup>1</sup>	Mercancías peligrosas <sup>2</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07	
		Mercancías no peligrosas	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10	
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES <sup>3</sup>			s <sub>4</sub>	Muy alto	0.0001	0.07
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DEVERTIDO			s <sub>2</sub> (s <sub>3</sub> ) <sup>4</sup>	Bajo (alto) <sup>4</sup>	0.10 0.0001	0.10 0.07
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES			s <sub>2</sub> (s <sub>4</sub> ) <sup>5</sup>	Bajo (muy alto) <sup>5</sup>	0.10 0.0001	0.10 0.07
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS			s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20

Tabla 3: Índice ISA y probabilidad de fallo, ROM 1.0-0-9.

Se comprueba que para el dimensionamiento de las obras de amarre, estas cumplan con los límites establecidos.



USO	TIPO DE MERCANCÍA		ÍNDICE ISA <sup>2</sup>		P <sub>FELU</sub> <sup>2,3</sup>	P <sub>FELS</sub> <sup>2,3</sup>
COMERCIAL	Graneles líquidos	Mercancías peligrosas <sup>1</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0,01	0,15
		Mercancías no peligrosas	s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
	Graneles sólidos	Mercancías peligrosas <sup>1</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0,01	0,15
		Mercancías no peligrosas	s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
	Mercancía general		s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
	Pasajeros		s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
PESQUERO			s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
NAÚTICO-DEPORTIVO			s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
INDUSTRIAL	Mercancías peligrosas <sup>1</sup>		s <sub>3</sub>	Alto	0,01	0,15
	Mercancías no peligrosas		s <sub>2</sub>	Bajo	0,10	0,30
MILITAR			s <sub>3</sub>	Alto	0,01	0,15

(1) Se considerarán mercancías peligrosas los grupos de sustancias prioritarias incluidas en el anexo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CEE), en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER: Decisión 2000/479/CE), y en el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas (Real Decreto 145/1989).

(2) En el caso de que en la obra de atraque o en las proximidades de la misma esté previsto que se ubiquen edificaciones (p.e. estaciones marítimas, lonjas...) depósitos o silos que pudieran resultar afectados en el caso de fallo de la obra de atraque, se considerará un índice ISA (s<sub>3</sub>) muy alto (P<sub>FELU</sub> = 0,0001, P<sub>FELS</sub> = 0,07).

(3) En general, los estudios de optimización económica de las obras de atraque conducen a la conveniencia de proyectar obras mucho más seguras que los umbrales mínimos recomendados en esta tabla, salvo cuando la acción predominante sea el oleaje, el viento o el sismo.

Tabla 4: Índice ISA y probabilidad de fallo para las obras de atraque, ROM 2.0-11.

A partir de la tabla Tabla 4 se obtiene para las obras de atraque un índice ISA bajo y una probabilidad de fallo  $P_{FELU} = 0,1$  y  $P_{FELS} = 0,2$ .

### 1.1.3 Índice de Repercusión Económica Operativo, IREO:

Este índice marca la operatividad mínima que debe cumplir en este caso el puerto durante la vida útil de la estructura. Para ello, se estimará a partir de las tablas facilitadas por la ROM 1.0-0.9. Puesto que nos encontramos ante un puerto deportivo, a partir de la tabla Tabla 5 se obtiene una operatividad mínima de 0.99, asociada a un índice IREO alto.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA			ÍNDICE IREO		r <sub>I,ELO</sub>
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase	r <sub>o3</sub>	Alto	0.99
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique con adosadas a las que no les afecte el rebase	r <sub>o2</sub> <sup>2</sup>	Medio	0.95 <sup>1</sup>
			r <sub>o3</sub> <sup>2</sup>	Alto	0.99 <sup>1</sup>
		Con tráficos de pasajeros y de mercancía general regulares	r <sub>o3</sub> <sup>2</sup>	Alto	0.99 <sup>1</sup>
		Con tráficos de mercancía general tramp	r <sub>o2</sub> <sup>2</sup>	Medio	0.95 <sup>1</sup>
	PUERTO PESQUERO		r <sub>o3</sub>	Alto	0.99 <sup>1</sup>
	PUERTO NAÚTICO-DEPORTIVO		r <sub>o3</sub>	Alto	0.99 <sup>1</sup>
	INDUSTRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase	r <sub>o3</sub>	Alto	0.99
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase	r <sub>o2</sub>	Medio	0.95 <sup>1</sup>
ÁREAS LITORALES	MILITAR		r <sub>o3</sub>	Alto	0.99
	PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES		r <sub>o3</sub>	Alto	0.99
	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES		r <sub>o3</sub>	Alto	0.99
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO		r <sub>o3</sub> (r <sub>o2</sub> ) <sup>3</sup>	Alto (medio) <sup>3</sup>	0.99 (0.95) <sup>3</sup>
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES		r <sub>o1</sub> (r <sub>o3</sub> ) <sup>4</sup>	Bajo (alto) <sup>4</sup>	0.85 (0.99) <sup>4</sup>
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS		r <sub>o1</sub>	Bajo	0.85

Tabla 5: índice IREO y operatividad mínima para distintas estructuras, ROM 2.0-0.9.

Puesto que es el índice más alto posible, para las estructuras de atraque no resultará en ningún caso más crítico que el citado.





### 1.2 Período de retorno:

Para el diseño de toda estructura necesitamos: altura de ola, periodo y profundidad. Con los datos ya recopilados según los índices que caracterizan el carácter general de la obra, para una probabilidad de fallo  $PF=0,2$ , se puede proceder al cálculo del periodo de retorno, para así poder determinar la altura de ola para el dimensionamiento del puerto.

El periodo de retorno será:

$$T = \frac{1}{1-(1-PFV)^{\frac{1}{V}}} = \frac{1}{1-(1-0,2)^{\frac{1}{25}}} = 112,58 \text{ años}$$

Para la función de distribución de Gumbel:

$$F = 1 - \frac{1}{T} = 0,991$$

Se tienen los parámetros de  $\lambda$  y  $\beta$  para las distribuciones de Gumbel en los diferentes puntos de propagación, así como las coordenadas de dichos puntos.

Los parámetros son los siguientes:

Punto	$\lambda$	$\delta$
1	5,7411	0,0837
2	6,2834	0,0968
3	6,6488	0,1153
4	6,7834	0,1057
5	7,7350	0,1297
6	3,8947	0,1387
7	6,2103	0,0919
8	8,6636	0,1435
9	6,9802	0,4331
10	6,3155	0,1050

Tabla 6: parámetros de Gumbel para el oleaje extremal

Para el empleo de los puntos, se solapan en un plano la ubicación del puerto y las coordenadas de estos, tal como se observa en la Imagen 1.

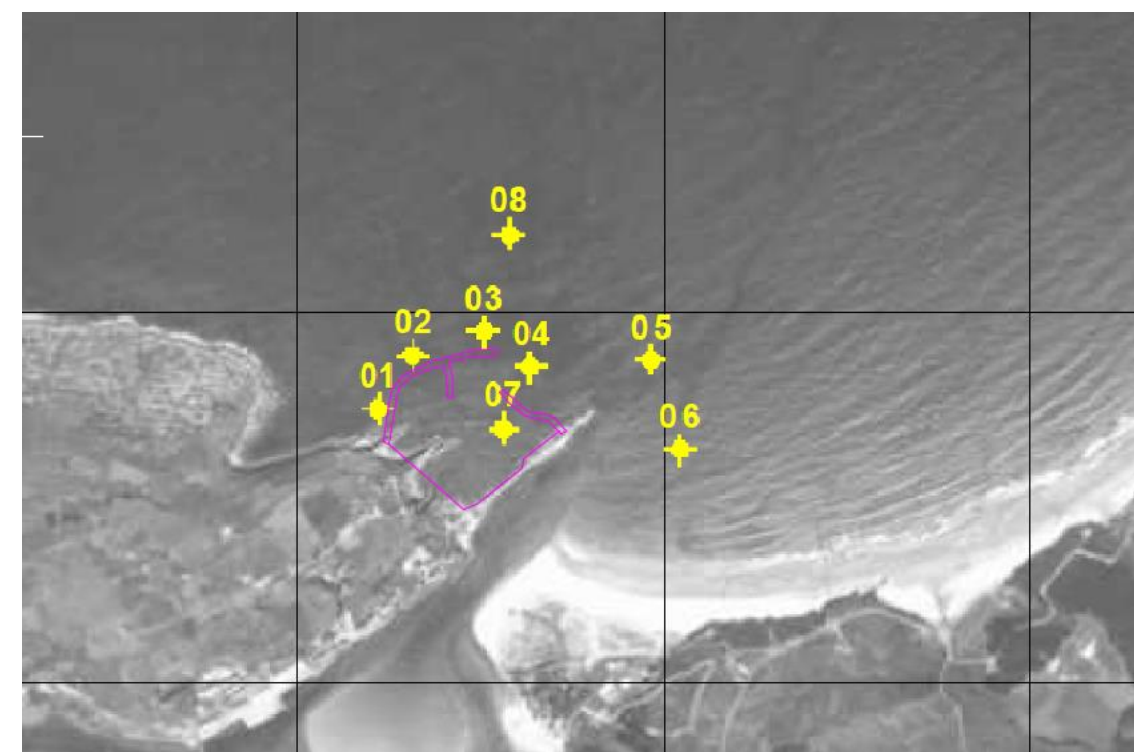


Imagen 1: Puerto junto con los puntos de propagación del oleaje

### 1.3 Tipología de dique

Para el dimensionamiento de las obras de abrigo, se ha optado por una tipología de dique en talud. Se trata de un conjunto formado por piezas individuales sin trabazón entre sí, formando una montaña sumergida. Se trata de una estructura mixta, puesto que disipa, refleja y transmite, a través del núcleo o bien por la parte superior, lo que se denomina rebase.

Suelen estar formados a partir de árido de tamaño muy pequeño, para así disminuir la velocidad del paso del agua y reducir por lo tanto la energía del oleaje. Para que no se produzca el lavado de material por arrastre, debe existir una gradación, es por ello que en el primer manto se dispondrá el máximo tamaño y se irá disminuyendo a medida que se acerca al núcleo.

Las ventajas que presenta esta tipología de dique son las siguientes:



- Poco exigentes a la hora de cimentar.
- Flexibilidad estructural. Este tipo de diques presentan una rotura dúctil, por lo que se van deformando poco a poco antes de llegar al colapso. Suelen ser averías progresivas y reparables.
- Medios constructivos relativamente sencillos.
- Facilidad de construcción en condiciones de oleaje poco favorables, como en zona de rompientes o en mares con nivel de agitación elevado.
- Buen comportamiento energético, puesto que disipan una elevada proporción de la energía incidente del oleaje.
- Fácil control de las frecuencias transmitidas, controlando la permeabilidad del núcleo.

Sin embargo, también presenta algunos inconvenientes:

- Se requieren grandes volúmenes de materiales sueltos.
- El talud ocupa espacio de dársenas y caudales de navegación.

En el caso del puerto exterior de San Vicente de la Barquera, la situación del dique y del contradique se encontrarán en el rango de 2 a 6 m de profundidad respecto al cero del puerto, por lo que habrá una probabilidad alta de rotura del oleaje contra el dique, como se comprueba más adelante en el cálculo de la altura de ola en rotura.

En diques verticales, esta continua rotura genera grandes presiones de impacto, además de que pueden ocasionar problemas de fatiga en las cimentaciones, problemas de asentamientos diferenciales, además de microdeslizamientos, que pueden llegar a generar alteraciones en la funcionalidad del dique. Por ello, una tipología de dique en talud se presenta más adecuada para el caso de estudio.

El dique exterior cerrará el puerto hacia la cara Norte, proviniendo el oleaje predominante de esa dirección, tal como se observa en la Imagen 9. Por lo tanto, es necesario un dique que proteja las dársenas de la energía de dicho oleaje, de forma que sea impermeable a la energía de onda corta. Esto se consigue conformando el núcleo del dique de un material todo uno de cantera sin finos. Los taludes en la cara expuesta al oleaje serán de 2H:1V, pudiendo ser más inclinados en el interior, de 1.5H:1V.





## 2 DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE:

El dique tiene tres secciones tipo a lo largo de su longitud, que se denominarán según los puntos de propagación del oleaje empleados para su dimensionamiento.

Para la construcción del dique, tras observar la Imagen 1, se emplearán por lo tanto las propagaciones del punto 1, 2 y 3, obteniéndose las correspondientes alturas de ola significantes:

PUNTO	1	PUNTO	2	PUNTO	3
F	0.991	F	0.991	F	0.991
lamda	5.74	lamda	6.2834	lamda	6.648
beta	0.083	beta	0.0968	beta	0.1153
Hs (m)	<b>6.13</b>	Hs (m)	<b>6.74</b>	Hs (m)	<b>7.19</b>

Tabla 7: obtención de las Hs en oleaje extremal

Para la obtención del periodo pico correspondiente a cada uno de estas alturas de ola, se hace uso del Anejo I: Clima Marítimo en el Litoral Español, de la ROM 0.3.

E - REGISTROS INSTRUMENTALES : CORRELACIONES ALTURA DE OLA / PERIODO EN TEMPORALES					F - REGISTROS INSTRUMENTALES : ESTRUCTURA ESPECTRAL ESCALAR BASICA DE TEMPORALES (Hs ≥ 3.00 m)																																		
BOYA	$P = H_s / L_T = \frac{2 \pi H_s}{g T_p^2}$	$T_p / \bar{T}$	RELACION FINAL $H_s$ (m) $T_p$ (s)	VALORES DE DISEÑO $H_s$ (m) $T_p$ (s)	ESPECTRO TEORICO JONSWAP AJUSTADO AL ESPECTRO REAL REGISTRADO CORRESPONDIENTE A PICO DE TEMPORAL, CON VALOR DE $\gamma$ MAS PROXIMO A $\bar{\gamma}$																																		
BILBAO (Ext)	0.015 ~ 0.04	≈ 1.30	$T_p = (5-8.5) \sqrt{H_s}$	5 11~19 7 13~22 9 15~25 11 16.5~28	<div>•• [1/s]</div> <div><math>S(f)</math> (m<sup>2</sup>/s)</div> <div></div>																																		
GIJON	0.010 ~ 0.05	≈ 1.22	$T_p = (4-9.7) \sqrt{H_s}$	5 9~21,5 7 10,5-25,5 9 12~29 11 13~30	<div>ESPECTRO TEORICO JONSWAP</div> <table><tr><th>BOYA</th><th><math>\bar{\gamma}</math></th><th><math>\gamma_{max}</math></th><th><math>\gamma_{min}</math></th><th><math>\sigma_{\gamma}</math></th><th><math>\Gamma_p</math></th><th><math>\Gamma_{p,max}</math></th><th><math>\Gamma_{p,min}</math></th><th><math>\sigma_{\Gamma_p}</math></th><th>n</th></tr><tr><td>BILBAO</td><td>1.9</td><td>5.4</td><td>0.9</td><td>0.97</td><td>0.07</td><td>0.11</td><td>0.05</td><td>0.012</td><td>18</td></tr><tr><td>GIJON</td><td>3.9</td><td>8.4</td><td>1.5</td><td>1.97</td><td>0.07</td><td>0.10</td><td>0.06</td><td>0.011</td><td>20</td></tr></table>					BOYA	$\bar{\gamma}$	$\gamma_{max}$	$\gamma_{min}$	$\sigma_{\gamma}$	$\Gamma_p$	$\Gamma_{p,max}$	$\Gamma_{p,min}$	$\sigma_{\Gamma_p}$	n	BILBAO	1.9	5.4	0.9	0.97	0.07	0.11	0.05	0.012	18	GIJON	3.9	8.4	1.5	1.97	0.07	0.10	0.06	0.011	20
BOYA	$\bar{\gamma}$	$\gamma_{max}$	$\gamma_{min}$	$\sigma_{\gamma}$	$\Gamma_p$	$\Gamma_{p,max}$	$\Gamma_{p,min}$	$\sigma_{\Gamma_p}$	n																														
BILBAO	1.9	5.4	0.9	0.97	0.07	0.11	0.05	0.012	18																														
GIJON	3.9	8.4	1.5	1.97	0.07	0.10	0.06	0.011	20																														
* EN NINGUN CASO SE CONSIDERARAN PERIODOS DE PROYECTO SUPERIORES A 22 SEGUNDOS.																																							

ROM 0.3-91-OLEAJE

ATLAS DE CLIMA MARITIMO EN EL LITORAL ESPAÑOL

ROM 0.3-91-OLEAJE  
ATLAS DE CLIMA MARITIMO EN EL LITORAL ESPANOL

Tabla 8: relación altura de ola-periodo según la ROM 0.3-91

Se tiene por lo tanto un periodo pico de relación  $T_p = (4 - 9.7) \sqrt{H_s}$

Punto	Hs	Periodo (s)
1	6.13	9.90
2	6.74	10.38
3	7.19	10.73

Tabla 9: rango de periodo en función de la Hs

Puesto que la ROM limita los periodos de proyecto a un máximo de 22 segundos, este será el umbral máximo para cualquier punto a analizar.

Se obtiene a partir de la ROM también la relación entre el periodo pico y el medio, siendo esta de 1,22. Se obtiene entonces la siguiente tabla:

Punto	Hs	Periodo pico (s)	Periodo medio (s)
1	6.13	9.90	8.12
2	6.74	10.38	8.51
3	7.19	10.73	8.79

Tabla 10: periodo medio en función del periodo pico

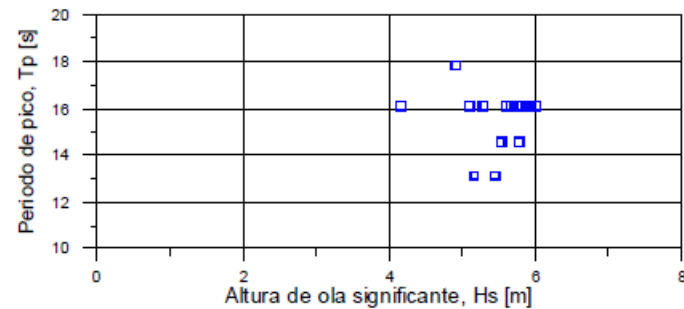
Para obtener la profundidad en cada punto del nuevo puerto deportivo, se ha empleado la batimetría de la zona. Superponiendo la geometría del puerto en AutoCad, se obtiene la profundidad a la que se encontrará cimentado el dique:

Se tiene entonces:

- 1 Zona morro: -5 m.
- 2 Zona intermedia: -3 m.
- 3 Zona inicial: -2 m.

Para dimensionar la zona del morro, la profundidad respecto al nivel máximo de pleamar será de 5 +5 m = 10m. Puesto que es una profundidad pequeña en comparación con las alturas de ola incidentes, existirá una probabilidad alta de rotura. Se comprobará mediante el criterio de rotura de Goda. Para ello, se obtienen los periodos medio y longitudes de onda para el cálculo.

Como periodo pico se tomará el obtenido a partir de los datos del estudio de dinámica marina.



Se comprueba que dichos periodos se encuentren en el rango de los calculados anteriormente, y a partir de ellos se obtiene el periodo medio con la correlación anterior.

Punto	Hs	Tp (s)	Tm (s)
1	6.13	16.20	13.28
2	6.74	16.20	13.28
3	7.19	17.90	14.67

Tabla 11: periodos considerados en cada sección del dique

Otro parámetro necesario para el cálculo de rotura es la pendiente del fondo. Para ello, a partir de la batimetría se obtiene una pendiente de aproximadamente 1/50. Se calcula la longitud de onda en profundidades indefinidas mediante:

$$L_0 = \frac{gT_p^2}{2\pi}$$

Por lo tanto, con todos los datos ya obtenidos, se puede proceder al cálculo de rotura mediante la expresión de Goda:

$$H_b = 0,17 * L_0 \left[ 1 - \exp \left[ -1,5 * \frac{\pi h_b}{L_0} \left( 1 + 15 \tan(\beta)^{\frac{4}{3}} \right) \right] \right]$$

Con ello, y suponiendo que se trate de una distribución tipo Rayleigh, se obtiene la probabilidad de que la altura de ola significativa sea mayor que la altura de rotura:

$$Prob H > H_b = \exp \left[ -2 \left( \frac{H_b}{H_s} \right)^2 \right]$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Punto	Hs	Tp (s)	Lo (m)	Hb	Prob
1	6.13	16.20	409.75	5.81	0.166
2	6.74	16.20	409.75	6.60	0.147
3	7.19	17.90	500.26	8.24	0.072

Tabla 12: probabilidad de que la altura de ola supere la altura de rotura, mediante Rayleigh.

Para un temporal de cálculo de 4 h de duración y considerando los periodos pico ya calculados, se obtiene el número de olas rotas a partir de la probabilidad de superación de la Hb:

Punto	N olas	Olas rotas
1	813.33	135.06
2	813.33	119.70
3	736.09	53.33

En cualquier punto a considerar del dique, rompen más de 50 olas. Por lo tanto, para el dimensionamiento del dique se tomará  $H_s = H_b$ .

## 2.1 Piezas y espesores del manto principal exterior:

### 1.1.1. Punto 1:

A partir de la fórmula de Losada y Jimenez Curto:

$$W = \gamma_w R \psi H_{50}^3$$

Donde:

- $\gamma_w$  es el peso específico del agua, de 1025 kp/m<sup>3</sup>.
- $R = \frac{\rho_s/\rho_w}{\left(\frac{\rho_s}{\rho_w}-1\right)^3} = \frac{2300/1025}{\left(\frac{2300}{1025}-1\right)} = 1,166$  para bloques de hormigón.
- $\psi$  =función de estabilidad. Para bloques cúbicos axaxa, para un inicio de avería y siguiendo las tablas de Losada y Desiré, se obtiene de 0,047.

Se obtiene entonces el peso para los bloques cúbicos de hormigón:

$$W = 1025 * 1,166 * 0.047 * 5,81^3 = 11.005 \text{ kp} \rightarrow 11 \text{ ton.}$$

El lado de los cubos será:

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{11000}{2300} = 1,7 \text{ m.}$$



El manto principal se conforma por dos cubos, por lo tanto tendrá un espesor de 3,4 m. Mientras que la berma superior se realiza con 3 bloques, por lo tanto se obtiene un espesor de 5,1 m.

#### 1.1.2. Punto 2:

Se obtiene el siguiente peso para los bloques cúbicos de hormigón:

$$W = 1025 * 1,166 * 0,047 * 6,60^3 = 16.129 \text{ kp} \rightarrow 16 \text{ ton.}$$

El lado de los cubos será:

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{16000}{2300} = 1,9 \text{ m.}$$

El manto principal se conforma por dos cubos, por lo tanto tendrá un espesor de 3,8 m. Mientras que la berma superior se realiza con 3 bloques, por lo tanto se obtiene un espesor de 5,7 m.

#### 1.1.3. Punto 3:

Se obtiene entonces el peso para los bloques cúbicos de hormigón:

$$W = 1025 * 1,166 * 0,047 * 8,24^3 = 31.426 \text{ kp} \rightarrow 32 \text{ ton.}$$

El lado de los cubos será:

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{32000}{2300} = 2,4 \text{ m.}$$

El manto principal se conforma por dos cubos, por lo tanto tendrá un espesor de 4,8 m. Mientras que la berma superior se realiza con 3 bloques, por lo tanto se obtiene un espesor de 7,2 m.

## 2.2 Piezas y espesores mantos secundarios exteriores:

### 2.2.1 Punto 1:

#### Primer manto secundario exterior:

Debido al rozamiento y el filtro entre capas, el primer manto exterior se conformará de bloques de hormigón de 1/10 el peso de los bloques del manto principal.

$$W = \frac{11005}{10} = 1101 \text{ kp} \rightarrow 1 \text{ ton.}$$

Puesto que se encuentra por debajo de las 7 toneladas, se podrán obtener bloques de escollera. Para su extracción de canteras, el peso medio se encuentra por lo tanto en 950 Kg. Con ello, se obtienen cubos de 0,7 m de lado.

Puesto que en el primer manto secundario exterior se colocan dos capas de escollera, se tendrá un espesor de 1,5 m.

Debajo de esta escollera, se encontrará el núcleo de todo uno de cantera sin finos, que deberá cumplir con una granulometría de  $1 < W_n \text{ (Kg)} < 100$ , con un máximo del 10% menor que 1 Kg, y un máximo del 5% mayor de los 100 Kg.

### 2.2.2 Punto 2:

#### Primer manto secundario exterior:

Debido al rozamiento y el filtro entre capas, el primer manto exterior se conformará de bloques de hormigón de 1/10 el peso de los bloques del manto principal.

$$W = \frac{16129}{10} = 1613 \text{ kp.}$$

Puesto que se encuentra por debajo de las 7 toneladas, se podrán obtener bloques de escollera. Para su extracción de canteras, el peso medio se encuentra por lo tanto en 2750 Kg. Con ello, se obtienen escolleras de 1,1 m de lado.

Puesto que en el primer manto secundario exterior se colocan dos capas de escollera, se tendrá un espesor de 2,1 m.

#### Segundo manto secundario exterior:

En este caso, la relación existente entre el primer manto y el segundo secundario, será de pesos 1/10-1/20. Cogiendo una relación media de 1/15, se obtiene el peso de las piezas:

$$W = \frac{1613}{15} = 108 \text{ kp}$$



Por lo tanto, el rango de escolleras a extraer de cantera será de un peso medio de 250 Kg. El lado de la escollera a colocar será por lo tanto de 0,5 m. Puesto que se conforma de dos capas, tendrá un espesor de 1 m.

Debajo de esta escollera, se encontrará el núcleo de todo uno de cantera sin finos, que deberá cumplir con una granulometría de  $1 < W_n \text{ (Kg)} < 100$ , con un máximo del 10% menor que 1 Kg, y un máximo del 5% mayor de los 100 Kg.

### 2.2.3 Punto 3:

#### Primer manto secundario exterior:

Debido al rozamiento y el filtro entre capas, el primer manto exterior se conformará de bloques de hormigón de 1/10 el peso de los bloques del manto principal.

$$W = \frac{32000}{10} = 3200 \text{ kp} \rightarrow 3,2 \text{ ton.}$$

Puesto que se encuentra por debajo de las 7 toneladas, se podrán obtener bloques de escollera. Para su extracción de canteras, se clasificarán en el intervalo de pesos de 1500-4000 Kg. El peso medio se encuentra por lo tanto en 2750 Kg. Con ello, se obtienen cubos de 1,06 m de lado.

Puesto que en el primer manto secundario exterior se colocan dos capas de escollera, se tendrá un espesor de 2,1m.

#### Segundo manto secundario exterior:

En este caso, la relación existente entre el primer manto y el segundo secundario, será de pesos 1/10-1/20. Cogiendo una relación media de 1/15, se obtiene el peso de las piezas:

$$W = \frac{3200}{15} = 213 \text{ kp} \rightarrow 0,21 \text{ ton.}$$

Por lo tanto, el rango de escolleras a extraer de cantera será de 100-400 Kg, con un peso medio de 250 Kg. El lado de la pieza de escollera a colocar será por lo tanto de 0,5 m. Puesto que se conforma de dos capas, tendrá un espesor de 1 m.

Debajo de esta escollera, se encontrará el núcleo de todo uno de cantera sin finos, que deberá cumplir con una granulometría de  $1 < W_n \text{ (Kg)} < 100$ , con un máximo del 10% menor que 1 Kg, y un máximo del 5% mayor de los 100 Kg.

#### Manto interior:

Suponiendo que la altura de ola alcanzará un máximo de un 20% la altura de ola en el exterior, se obtiene así que para todos los puntos, el manto interior tendrá las mismas características que el segundo manto secundario exterior.

A continuación se muestra la tabla resumen para los diferentes puntos tras haber aplicado en cada uno de ellos el procedimiento descrito:

#### Punto 1:

Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	11005	1,7	3,4	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	950	0,7	1,5	Escollera (400-1500 Kg)
Interior	100	0,4	0,7	Escollera (100-400 Kg)

#### Punto 2:

Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	16129	1,9	3,8	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	2750	1,1	2,1	Escollera (1500-4000 Kg)
Sec. Exterior 2	250	0,5	1,0	Escollera (100 -400 Kg)
Interior	100	0,4	0,7	Escollera(100-400 Kg)

#### Punto 3:

Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	31391	2,4	4,8	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	2750	1,1	2,1	Escollera (1500-4000 Kg)
Sec. Exterior 2	250	0,5	1,0	Escollera (100-400 Kg)
Interior	250	0,5	1,0	Escollera (100-400 Kg)

Tabla 13: resumen de materiales a emplear en los mantos del dique.



2.3 Morro del dique:

Se trata de la zona de concentración de la altura de ola, por lo que para el diseño del morro del dique se aumentará el peso de las piezas según un coeficiente de mayoración.

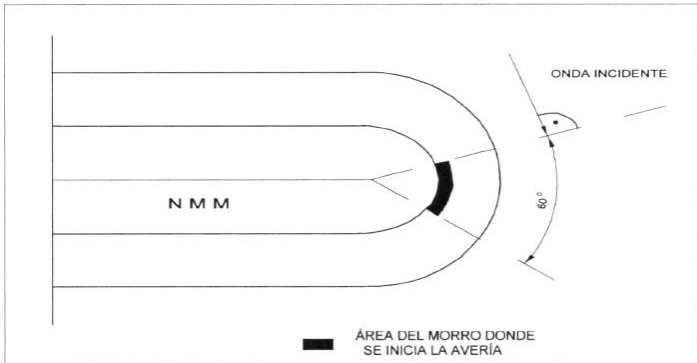


Imagen 2: área del morro donde se inicia la avería

Para un inicio de avería, este coeficiente será de 1,5. Por lo tanto, el peso de las piezas será:

- Manto principal:

$$W = 1,5 * 32 = 48 \text{ ton.}$$

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{48000}{2300} = 2,7 \text{ m.}$$

- Manto secundario exterior 1:

$$W = 1,5 * 2750 = 4125 \text{ Kg } 5500.$$

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{5500}{2300} = 1,3 \text{ m.}$$

- Manto secundario exterior 2:

$$W = 1,5 * 250 = 375 \text{ Kg. } 250$$

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{250}{2300} = 0,5 \text{ m.}$$

Se muestra en la siguiente tabla un resumen de la sección en el morro del dique:

Manto	Peso (Kg)	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	47087	47087	2,7	5,5	Bloques hormigón
Sec. Exterior 1	4125	5500	1,3	2,7	Escollera (4000 -7000 Kg)
Sec. Exterior 2	275	250	0,5	1,0	Escollera (100 -450 Kg)

Imagen 3: Resumen de los materiales a disponer en el morro del dique.

2.4 Cálculo de coronación berma superior:

El francobordo de un dique hace referencia a la distancia entre la cota de coronación del mismo y el nivel del mar. Dicha distancia afectará directamente tanto a la estabilidad de la estructura como al ascenso y rebase del agua sobre su cota de coronación. Por lo tanto, a la hora de fijar la cota de coronación del dique se deberán tener en cuenta los criterios de seguridad, estabilidad y operatividad, de forma que se verifique su cumplimiento.

Para la operatividad a cumplir en las estructuras de abrigo, es decir el dique exterior y el contradique, se tendrá en cuenta el caudal medio de rebase y el límite de peligrosidad. En cambio, para la operatividad de las dársenas, se considerará la agitación interior, por lo tanto la altura de ola significativa existente en el interior del puerto, obtenida a partir de la refracción.



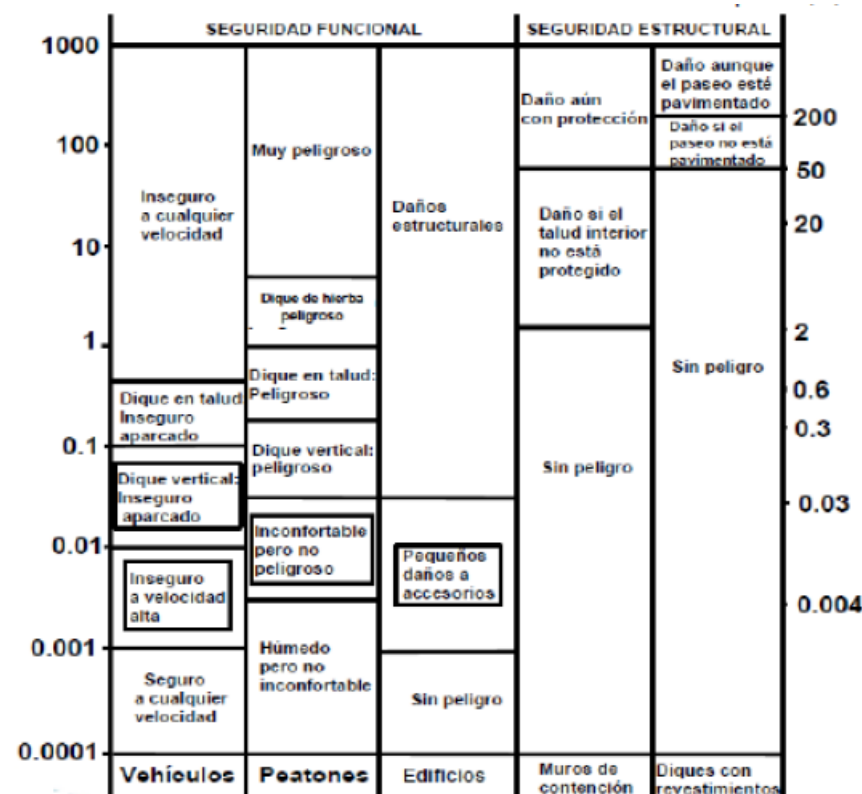


Tabla 14: límite del caudal de rebase l/s/m, Franco et al (1994).

Para determinar el francobordo óptimo del dique en talud, se hará uso de la tabla de Franco et al, la cual se muestra en la para obtener el límite de rebase admisible. Se obtiene que para cumplir la seguridad para peatones, el límite de caudal de rebase será de 0,3 l/s/m.

El cálculo del valor mínimo de la cota de coronación se obtiene a partir de la fórmula del ascenso sobre bloques cúbicos de hormigón, de Losada y Giménez-Curto:

$$\frac{R_u}{H} = A_u [1 - \exp(B_u I_{r0})]$$

Donde:

$R_u$ : Ascenso de las olas sobre el nivel de mar de cálculo.

$I_{r0}$ : número de Iribarren.

$A_u$  y  $B_u$ : se obtienen de la tabla Tabla 15.

Tipo de pieza	$A_u$	$B_u$	$A_d$	$B_d$
Escollera sin clasificar	1.80	-0.46	-1.10	+0.30
Escollera clasificada	1.37	-0.60	-0.85	-0.43
Tetrápodos	0.93	-0.75	-0.80	-0.45
Dolos	0.70	-0.82	-0.75	-0.49
Cuadrípodos	0.93	-0.75	-0.80	-0.45
Cubos	1.05	-0.67	-0.72	-0.42

Tabla 15: coeficientes  $A_u$ ,  $B_u$ ,  $A_d$  y  $B_d$  para el cálculo del ascenso.

Para este cálculo, la altura de ola será la altura de ola máxima que tiene una probabilidad de ser superada en la vida útil igual a la probabilidad de fallo del dique. Puesto que los diques se sitúan a una baja profundidad, dicha situación de cálculo se dará a menudo, ya que como ya se ha comprobado la altura de ola queda limitada por la rotura. Por lo tanto, se procede al dimensionamiento de la cota de coronación a partir del ascenso de la ola máxima en rotura.

Se obtiene entonces para cada punto los valores de ascenso y cota de coronación de la tabla

Punto	Hb	$A_u$	$B_u$	$R_u$	Cota
1	5.81	1.05	-0.67	5.73	10.70
2	6.60	1.05	-0.67	6.43	11.40
3	8.24	1.05	-0.67	8.01	13.00

Tabla 16: Resultados del ascenso de oleaje y cota de coronación

## 2.5 Dimensionamiento del espaldón:

En un principio, el predimensionamiento será tal que el camino de rodadura tenga una anchura de 7 m. La altura de coronación del espaldón será la ya calculada en el apartado anterior punto por punto. Para la cimentación, interesa cimentar directamente sobre el núcleo, de forma que se consiga una mayor impermeabilidad, conveniente para disminuir las posibles subpresiones. Además, de cara a la construcción del dique, para facilitar lo máximo posible se trabajará en seco, por lo tanto, se cimentará un metro más arriba que el nivel del mar de cálculo, por lo tanto a + 6m.

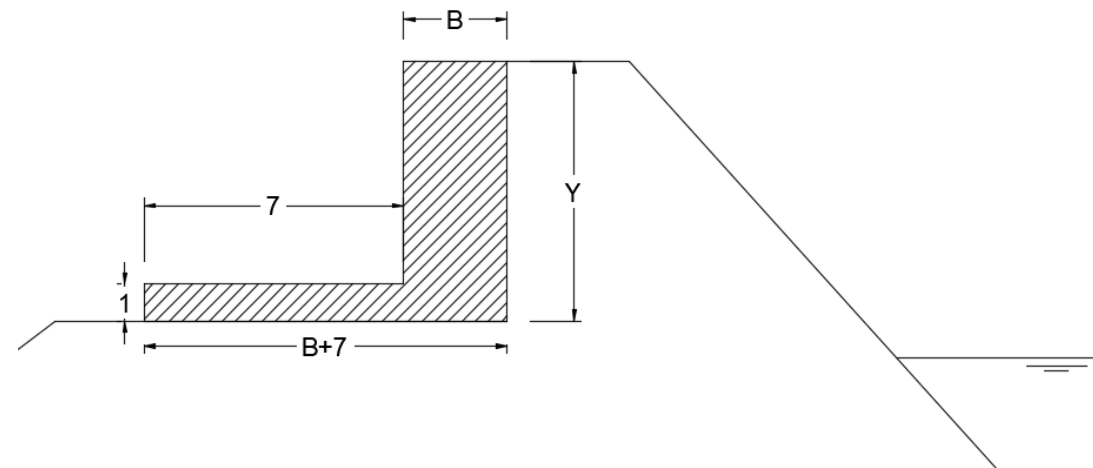


Imagen 4: Esquema del espaldón

El peso del espaldón será, depreciando el peso del camino de rodadura para un cálculo del lado de la seguridad:

$$W = B * Y * g * \rho$$

Donde la altura Y será la altura de coronación del espaldón Ru de la Tabla 16 menos 1m, debido a que se cimenta a 1 m de elevación sobre el nivel del mar.

El momento que ejerce el peso de cara a estabilizar el espaldón será:

$$M_W = W * \frac{B}{2}$$

No hay presiones dinámicas, puesto que el espaldón se encuentra a la misma cota que la berma, por lo tanto se haya protegido.

Para el cálculo de las pseudohidrostáticas, se deberá evaluar el ascenso de la ola, S, sobre el espaldón. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$S = H * \left(1 - \frac{Ac}{Ru}\right)$$

Donde:

Ac=Ru, francobordo ya calculado y limitado por el rebase.

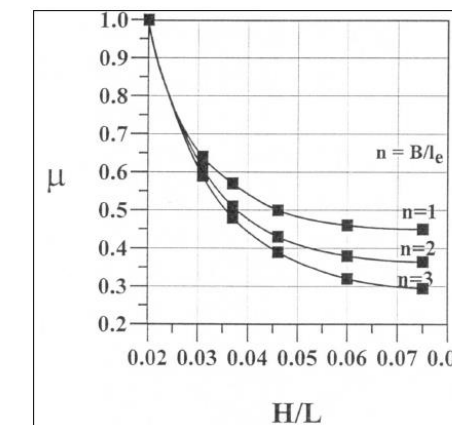
Ru= francobordo obtenido de la fórmula de ascenso del oleaje, determinado en la Tabla 16.

Para todos los puntos, puesto que se ha definido una tipología de dique tal que Ac=Ru, se obtiene un ascenso de ola S=0. Por lo tanto, no se considerará. El cálculo de las presiones pseudohidrostáticas queda por lo tanto:

$$P_s = \mu \rho g Y.$$

Para la obtención del coeficiente  $\mu$  es necesaria previamente la relación H/L, siendo H la altura de ola considerada en el cálculo, en este caso la Hb, excepto para el dique interior y el contradique donde se tiene en cuenta la difracción, y L la longitud de onda tal que:

$$L = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L}$$

Tabla 17: obtención del coeficiente  $\mu$  para el cálculo de presiones

Una vez calculadas las presiones hidrostáticas, se obtiene el valor de la fuerza horizontal Fh, y con ello, se calcula el momento que estas ejercen en favor al vuelco del espaldón. En este caso, se obtendrán:

$$M_{Ps} = F_H * \frac{Y}{3}$$

Se comprueba la seguridad al deslizamiento (CSD) y la seguridad al vuelco (CSV). Para ello, se aceptará la seguridad del espaldón para coeficientes superiores a 1.4.

$$CSD = \frac{\mu(W - F_s)}{F_H} \geq 1.4$$

$$CSV = \frac{M_W}{M_{Ps}} \geq 1.4$$



Se ha procedido al cálculo de dichos coeficientes a partir de la herramienta Excel, obteniendo los siguientes resultados para la anchura B del espaldón. Para ello, se ha fijado un valor mínimo de anchura del espaldón en relación a la altura del mismo, de entrono a  $B = (1,2-1,3)L$  para asegurar que no se produzca la rotura del mismo debido a problemas de esbeltez.

Punto	Y	B	H	mu	Ps N/m2)	Fps (N/m)	Mps (N m)	W	Mw	CSD	CSV
1	4.73	2	5.81	0.43	20463	48421	76386	217700	217700.4	1.9	2.8
2	5.4328	2.2	6.60	0.36	19666	53421	96741	274899	302388.7	1.9	3.1
3	7.01	3	8.24	0.36	25387	89022	208109	483910	725865.5	2.0	3.5

Tabla 18: valores de B obtenidos para la estabilidad del espaldón del dique exterior

## 2.6 Resumen de las secciones

A continuación se muestra un esquema de las secciones tipo del dique, a partir de los resultados de dimensionamiento obtenidos. Los planos se muestran en mayor detalle en el documento Nº2 PLANOS.

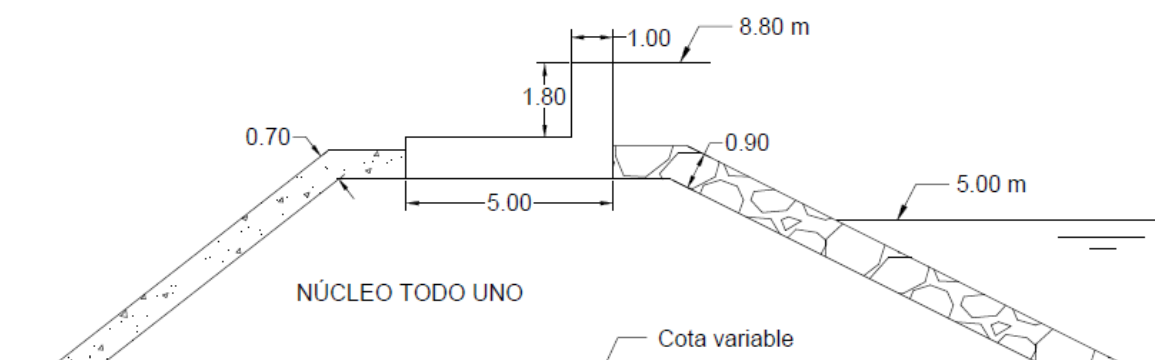


Imagen 5: Dimensionamiento del punto 1 del dique.

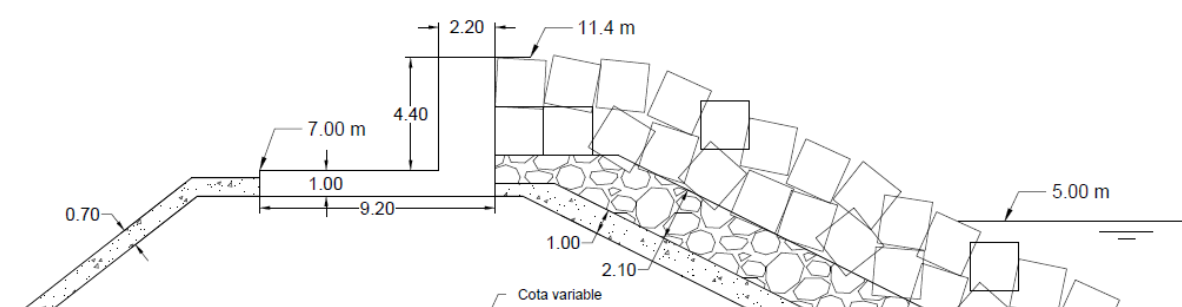


Imagen 6: Dimensionamiento del punto 2 del dique.

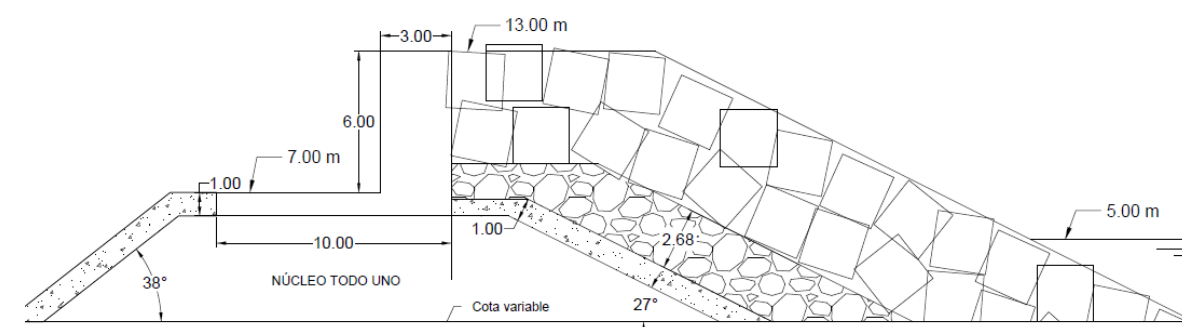


Imagen 7: Dimensionamiento del punto 3 del dique.

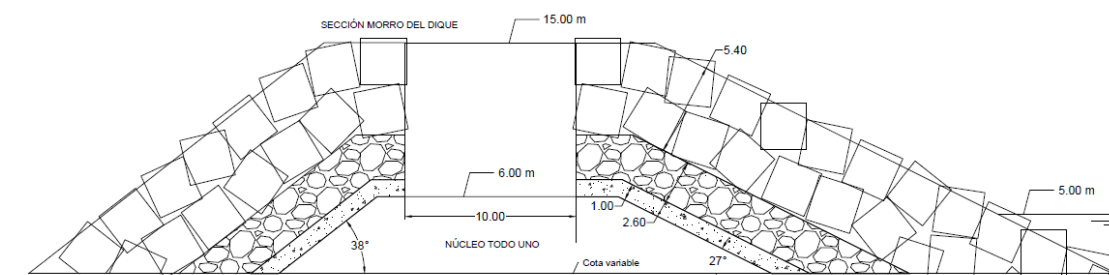


Imagen 8: Dimensionamiento del morro del dique.



### 3 DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE INTERIOR:

Para el dimensionamiento del dique interior no se podrá tener en cuenta ninguno de los puntos mencionados anteriormente, para los cuales se tienen los datos de propagación, puesto que en ellos no se tiene en cuenta la influencia que tendrá la ejecución del nuevo dique sobre el oleaje.

El oleaje en este punto se calculará a partir de la transmisión que se produzca a través de la zona 3, sumada a la difracción del morro del dique.

El proceso de difracción se pone de manifiesto como la cesión lateral de energía, perpendicularmente a la dirección dominante de propagación. Este fenómeno puede producirse cuando las ondas se encuentran con una estructura, como es el caso de encuentro con el dique.

El coeficiente de difracción se obtiene como  $K_D = \frac{H_D}{H_i}$ .

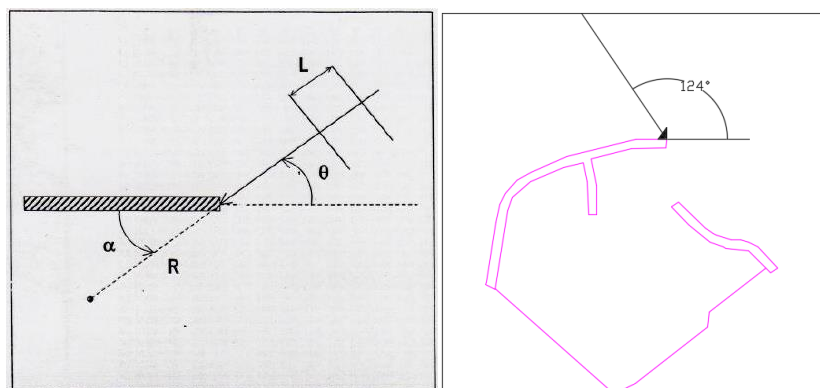


Imagen 9: Incidencia del oleaje

Para el cálculo de la difracción se necesitan los datos de:

- A: ángulo del radio vector que une el morro con el punto de interés con respecto al eje del dique.
- $\Theta$ : ángulo de incidencia.

El oleaje predominante se da en el cuadrante 4º, a un ángulo de 304º. Con ello se obtiene un ángulo de incidencia de 124º, tal como se muestra en la Imagen 9. Para  $R=175$  m y  $L$ , en profundidades reducidas  $L = \sqrt{gh}T = \sqrt{g * 10 * 17,9} = 178$  m. Se tiene por lo tanto una relación  $R/L = 1$ . Por lo tanto, el coeficiente de difracción  $K_D = 0,208$ .

La altura de ola  $H_{50}$  a considerar en el cálculo del contradique será en relación a la altura de ola de rotura en el morro. Por lo tanto, la altura de ola incidente  $H_i$  será  $H_i = K_D * H_{50} = 0,208 * 8,24 = 1,72$  m.

R/L	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0.25	0.348	0.352	0.361	0.380	0.411	0.449	0.505	0.573	0.654	0.745	0.836	0.930	1.000
0.50	0.255	0.259	0.269	0.287	0.312	0.356	0.417	0.500	0.603	0.742	0.871	0.973	1.000
1.00	0.183	0.185	0.193	0.208	0.233	0.270	0.331	0.430	0.575	0.757	0.948	1.044	1.000
1.50	0.140	0.152	0.158	0.171	0.193	0.228	0.287	0.390	0.557	0.801	1.022	1.058	1.000
3.00	0.106	0.107	0.112	0.121	0.137	0.165	0.216	0.322	0.540	0.906	1.104	0.957	1.000
5.00	0.082	0.083	0.087	0.094	0.106	0.128	0.172	0.271	0.536	1.017	1.003	1.027	1.000
7.00	0.069	0.070	0.073	0.078	0.090	0.107	0.145	0.239	0.525	1.039	0.929	0.936	1.000
10.00	0.058	0.058	0.061	0.066	0.075	0.091	0.122	0.203	0.527	1.137	1.058	0.976	1.000

#### 3.1 Piezas y espesores:

Con ello, y considerando que el dique será prácticamente impermeable, se procede al dimensionamiento de las piezas tal y como se ha hecho en el dique exterior.

A partir de la fórmula de Losada y Jimenez Curto:

$$W = \gamma_w R \psi H_{50}^3$$

Donde:

- $\gamma_w$  es el peso específico del agua, de 1025 kp/m<sup>3</sup>.
- $R = 0,699$  para escollera.
- $\psi$  =función de estabilidad. Para escolleras, se obtiene de 0,0462.

Se obtiene entonces el peso para la escollera que conformará el manto principal:

$$W = 1025 * 0,699 * 0.0462 * 1,89^3 = 225 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el peso medio de escolleras a extraer de cantera será de 250 kg, con un lado equivalente de 0,45 m y un espesor de capa de 0,9 m.



Manto	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	250	0.5	0.9	Escollera
Interior	100	0.4	0.7	Escollera

### 3.2 Cálculo de la cota de coronación:

Se emplea el mismo procedimiento que el considerado en el cálculo del dique exterior. Con ello, cambiando el valor de la altura de ola incidente ya calculada a partir del coeficiente de difracción, se obtiene la siguiente cota de coronación en función del ascenso:

Punto	H50	Iro	Au	Bu	Ru	Cota (m)
Dique interior	1.72	8.53	1.05	-0.67	1.80	6.8

Tabla 19: cota de coronación dique interior en función del ascenso

### 3.3 Dimensionamiento del espaldón:

Para este cálculo, se ha empleado el mismo procedimiento que el descrito en el cálculo del espaldón del dique exterior. Los resultados obtenidos de la anchura del espaldón B para el cumplimiento de un coeficiente de seguridad mayor a 1.4 son las siguientes:

Punto	Y	B	H	Fps (N/m)	Mps (N m)	W	Mw	CSD	CSV
Dique interior	0.80	0.5	1.89	3218	858	9200	2300	2.9	2.7

Tabla 20: resultados anchura B para la estabilidad del espaldón del dique interior

### 3.4 Resumen de las secciones

A continuación se muestra un esquema de las secciones tipo del dique interior, a partir de los resultados de dimensionamiento obtenidos. Los planos se muestran en mayor detalle en el documento Nº2 PLANOS.

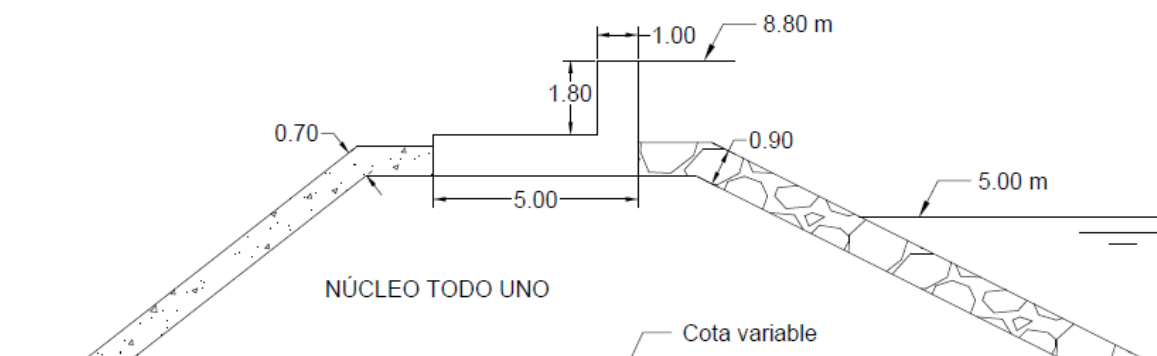


Imagen 10: Dimensionamiento del dique interior





#### 4 DIMENSIONAMIENTO DEL CONTRADIQUE:

Para el dimensionamiento del contradique se deberá seguir el mismo procedimiento que en el apartado anterior. Para ello, se procederá a calcular el coeficiente de difracción según el oleaje incidente en el dique, obteniéndose a partir de las tablas un coeficiente  $K_d$  de 0,5.

Del mismo modo, puesto que el dique no ejerce apenas difracción respecto al contradique para los oleajes provenientes del primer cuadrante (NE), se deberá comprobar que estos últimos no generen una altura de ola mayor a la difractada por el dique para los oleajes del NW. Sin embargo, dada la elevada altura que se obtiene con el temporal del NW difractado, este resulta superior al de los regímenes del NE en esta zona del Cantábrico, por lo que se procede al dimensionamiento con el oleaje del NW.

*****																
H/m	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	*		
-----																
ANGULO DE INCIDENCIA $\theta_0 = 120$																
R/L	0.25	0.348	0.352	0.361	0.380	0.411	0.449	0.505	0.571	0.654	0.745	0.836	0.930	1.0000	*	
0.50	0.255	0.259	0.269	0.287	0.312	0.356	0.417	0.500	0.608	0.742	0.871	0.978	1.0000	*		
1.00	0.183	0.185	0.193	0.208	0.233	0.270	0.331	0.430	0.575	0.757	0.948	1.044	1.0000	*		
1.50	0.140	0.152	0.158	0.171	0.193	0.228	0.287	0.390	0.557	0.801	1.022	1.058	1.0000	*		
3.00	0.106	0.107	0.112	0.121	0.137	0.165	0.216	0.322	0.540	0.906	1.104	0.957	1.0000	*		
5.00	0.082	0.083	0.087	0.094	0.106	0.128	0.172	0.271	0.536	1.017	1.003	1.027	1.0000	*		
7.00	0.069	0.070	0.073	0.078	0.090	0.107	0.145	0.239	0.525	1.039	0.929	0.986	1.0000	*		
10.00	0.058	0.058	0.061	0.066	0.075	0.091	0.122	0.203	0.527	1.137	1.058	0.976	1.0000	*		

La altura de ola  $H_{50}$  a considerar en el cálculo del contradique será en relación a la altura de ola de rotura en el morro. Por lo tanto, la altura de ola incidente  $H_i$  será  $H_i = 0,5 * H_{50} = 0,5 * 8,24 = 4,12 \text{ m}$ .

#### 4.1 Piezas y espesores:

##### Manto principal

Con ello, y considerando que el dique será prácticamente impermeable, se procede al dimensionamiento de las piezas tal y como se ha hecho en el dique exterior.

A partir de la fórmula de Losada y Jimenez Curto:

$$W = \gamma_w R \psi H_{50}^3$$

Donde:

- $\gamma_w$  es el peso específico del agua, de 1025 kp/m<sup>3</sup>.
- $R = 1,166$  para bloques de hormigón.
- $\psi$  = función de estabilidad. Para bloques de hormigón, se obtiene de 0,047.

Se obtiene entonces el peso para los bloques cúbicos de hormigón:

$$W = 1025 * 1,166 * 0,047 * 4,12^3 = 3928 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el peso medio de escolleras a extraer de cantera será de 250 kg, con un lado equivalente de 1,2 m y un espesor de capa de 2,4 m.

Manto	Peso (Kg)	Peso eq. (Kg)	Lado eq. (m)	Espesor (m)	Material
Principal	3928	3928	1.2	2.4	Hormigón
Sec exterior 1	393	250	0.5	1.0	Escollera
Interior	19	100	0.4	0.7	Escollera

##### Primer manto secundario exterior:

Debido al rozamiento y el filtro entre capas, el primer manto exterior se conformará de bloques de hormigón de 1/10 el peso de los bloques del manto principal.

$$W = \frac{3928}{10} = 392 \text{ kp.}$$

Puesto que se encuentra por debajo de las 7 toneladas, se podrán obtener bloques de escollera. Para su extracción de canteras, el peso medio se encuentra por lo tanto en 250 Kg. Con ello, se obtienen escolleras de 0,5 m de lado.



Puesto que en el primer manto secundario exterior se colocan dos capas de escollera, se tendrá un espesor de 1 m.

#### 4.2 Morro del contradique:

Se trata de la zona de concentración de la altura de ola, por lo que para el diseño del morro del dique se aumentará el peso de las piezas según un coeficiente de mayoración.

Para un inicio de avería, este coeficiente será de 1,5. Por lo tanto, el peso de las piezas será:

- Manto principal:

$$W = 1,5 * 3,9 = 5,85 \text{ ton.}$$

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{5800}{2300} = 1,3 \text{ m.}$$

- Manto secundario exterior 1:

$$W = 1,5 * 250 = 375 \text{ Kg } 250.$$

$$a^3 = \frac{w}{\rho} = \frac{250}{2300} = 0,5 \text{ m.}$$

#### 4.3 Cálculo de la cota de coronación:

Se emplea el mismo procedimiento que el considerado en el cálculo del dique exterior. Con ello, cambiando el valor de la altura de ola incidente ya calculada a partir del coeficiente de difracción, se obtiene la siguiente cota de coronación en función del ascenso:

Punto	H50	Iro	Au	Bu	Ru	Cota (m)
Dique interior	4.12	5.51	1.05	-0.67	4.22	9.2

Tabla 21: cota de coronación del contradique en función del ascenso

#### 4.4 Dimensionamiento del espaldón:

Para este cálculo, se ha empleado el mismo procedimiento que el descrito en el cálculo del espaldón del dique exterior. Los resultados obtenidos de la anchura del espaldón B para el cumplimiento de un coeficiente de

seguridad mayor a 1.4 son las siguientes, manteniendo a su vez una mínima relación B-L para que no haya problemas de esbeltez:

Punto	Y	B	H	Fps (N/m)	Mps (N m)	W	Mw	CSD	CSV
Contradique	3.22	2.2	4.12	41654	44683	162837	179121	3.1	4.0

Tabla 22: resultados de la anchura B del espaldón para la estabilidad del contradique

#### 4.5 Resumen de las secciones

A continuación se muestra un esquema de las secciones tipo del contradique, a partir de los resultados de dimensionamiento obtenidos. Los planos se muestran en mayor detalle en el documento Nº2 PLANOS.

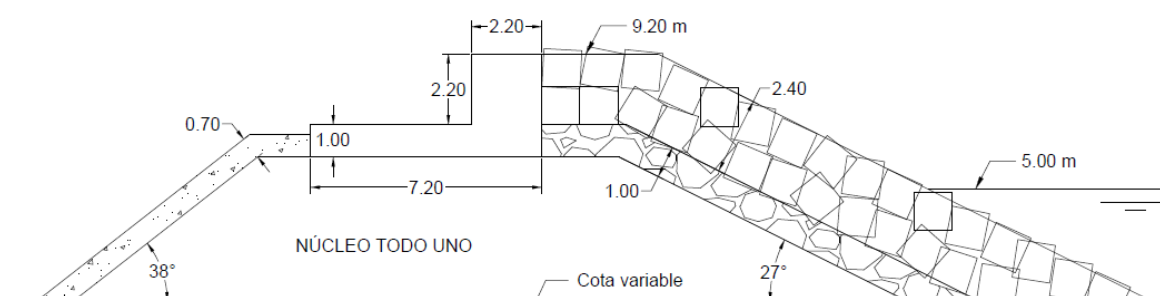


Imagen 11: Dimensionamiento del contradique

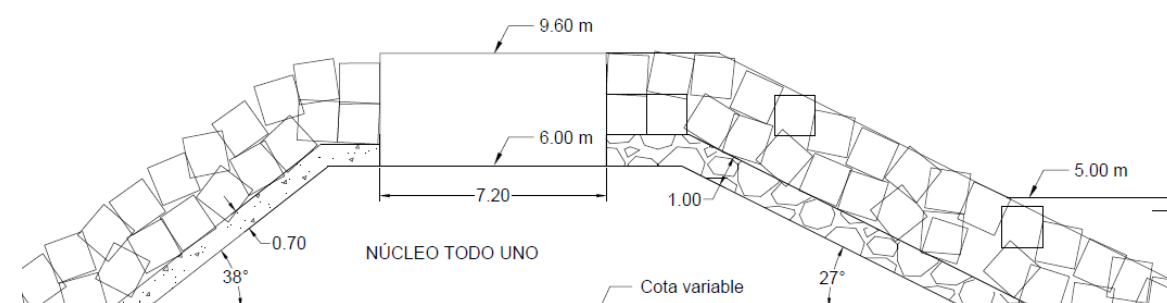


Imagen 12: Dimensionamiento del morro del contradique.



## 5 TABLAS DE CÁLCULO

En el presente apartado se incluyen las tablas excell empleadas para el dimensionamiento del espaldón para los diferentes puntos de cálculo.

Para los puntos de cálculo del dique, se tiene:

Punto 3	Punto 2	Punto 1
Peso espaldón	Peso espaldón	Peso espaldón
B 3	B 2.2	B 2
y 7.01	y 5.43	y 4.73
w 483690 N	w 274758 N	w 217580
Mw 725535	Mw 302233.8	Mw 217580
<b>Presiones dinámicas:</b>	<b>Presiones dinámicas:</b>	<b>Presiones dinámicas:</b>
No hay	No hay	No hay
<b>Punto 3</b>	<b>Punto 2</b>	<b>Punto 1</b>
<b>P. pseudohidrostáticas:</b>	<b>P. pseudohidrostáticas:</b>	<b>P. pseudohidrostáticas:</b>
P $\mu \cdot \rho \cdot g \cdot (Ac+s-z)$	P $\mu \cdot \rho \cdot g \cdot (Ac+s-z)$	P $\mu \cdot \rho \cdot g \cdot (Ac+s-z)$
L 173.57	L 140.57	L 131.89
H 8.24	H 6.60	H 5.81
H/L 0.047	H/L 0.047	H/L 0.04
mu 0.36	mu 0.36	mu 0.43
Ir0 3.90	Ir0 3.94	Ir0 4.20
Au 1.05	Au 1.05	Au 1.05
Bu -0.67	Bu -0.67	Bu -0.67
Ru 8.02	Ru 6.44	Ru 5.73

Ascenso ola	Ascenso ola	Ascenso ola
S 0.000	S 0.00	S 0.000
Ps 25375.43 N/m2	Ps 19656.0027 N/m2	Ps 20451.37298
B/L 0.017	B/L 0.016	B/L 0.015
Pa/Pe 0.66	Pa/Pe 0.67	Pa/Pe 0.68
Pe 25375.43 N/m2	Pe 19656.00 N/m2	Pe 20451.37
Pa 16814.49 N/m2	Pa 13258.62 N/m2	Pa 13868.46
Fh1 88940.88 N/m	Fh1 53366.04733 N/m	Fh1 48367.50
Mh 207825.19 N*m/	Mh 96592.54567 N*m/	Mh 76259.42
Fs	Fs	Fs
Fs1 50443.5	Fs1 29168.96837	Fs1 27736.92
Fs2 30006.08	Fs2 17368.88864	Fs2 15568.59
M1 75665.22	M1 32085.86521	M1 27736.92
M2 60012.16	M2 25474.37	M2 20758.12
CSV 2.0	CSV 1.9	CSV 1.9
CSVP 3.5	CSVP 3.1	CSVP 2.9



Para el dique interior y el contradique, a su vez se tienen las siguientes tablas de cálculo:

Dique interior		Contradique	
Peso espaldón		Peso espaldón	
B	0.5	B	2.2
y	0.80	y	3.22
w	9200.41779 N	w	162837.111 N
Mw	2300.10445	Mw	179120.822
Presiones dinámicas: No hay		Presiones dinámicas: No hay	
Presiones pseudohidrostáticas:		Presiones pseudohidrostáticas:	
P	$\mu \cdot \rho \cdot g \cdot (Ac + s - z)$	P	$\mu \cdot \rho \cdot g \cdot (Ac + s - z)$
L	173.57	L	173.57
H	1.89	H	4.12
H/L	0.011	H/L	0.024
mu	1	mu	0.8
Ir0	8.12	Ir0	5.51
Au	1.05	Au	1.05
Bu	-0.67	Bu	-0.67
Ru	1.98	Ru	4.22
Ascenso ola		Ascenso ola	
S	0.17	S	0.00
Ps	8044.56531 N/m2	Ps	25887.2389 N/m2
B/L	0.003	B/L	0.013
Pa/Pe	0.78	Pa/Pe	0.70
Pe	8044.57 N/m2	Pe	25887.2389 N/m2
Pa	6236.72 N/m2	Pa	18037.43 N/m2

Mh	858.16 N*m/m	Mh	44682.78 N*m/m
Fs		Fs	
Fs1	3118.36	Fs1	39682.35
Fs2	723.17	Fs2	12630.83
M1	779.59	M1	43650.58
M2	241.06	M2	18525.22
CSV	2.9	CSV	3.1
CSVP	2.7	CSVP	4.0



## ANEJO Nº15: REPLANTEO





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. REPLANTEO ..... 3

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: ubicación de los puntos con respecto a la proyección del Nuevo Puerto deportivo..... 3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: coordenadas de los puntos de replanteo de la obra..... 3



## 1. REPLANTEO

En el presente anejo se muestra la tabla donde se recogen los puntos empleados para el replanteo de la obra, con coordenadas UTM. Dichos puntos se encuentran recogidos en secciones significativas a las alineaciones del dique, ramal del dique y contradique.

Punto	$\lambda$	$\delta$
1	5,7411	0,0837
2	6,2834	0,0968
3	6,6488	0,1153
4	6,7834	0,1057
5	7,7350	0,1297
6	3,8947	0,1387
7	6,2103	0,0919
8	8,6636	0,1435
9	6,9802	0,4331
10	6,3155	0,1050

Tabla 1: coordenadas de los puntos de replanteo de la obra.

Como se detalla en el anejo de DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO, los puntos empleados para el diseño de las obras de abrigo han sido los puntos 1, 2 y 3, ya que como se puede observar en la siguiente imagen, son los necesarios para el dimensionamiento de las secciones del dique de abrigo, a partir del cual, teniendo en cuenta el fenómeno de la difracción, se calcularán los demás elementos.

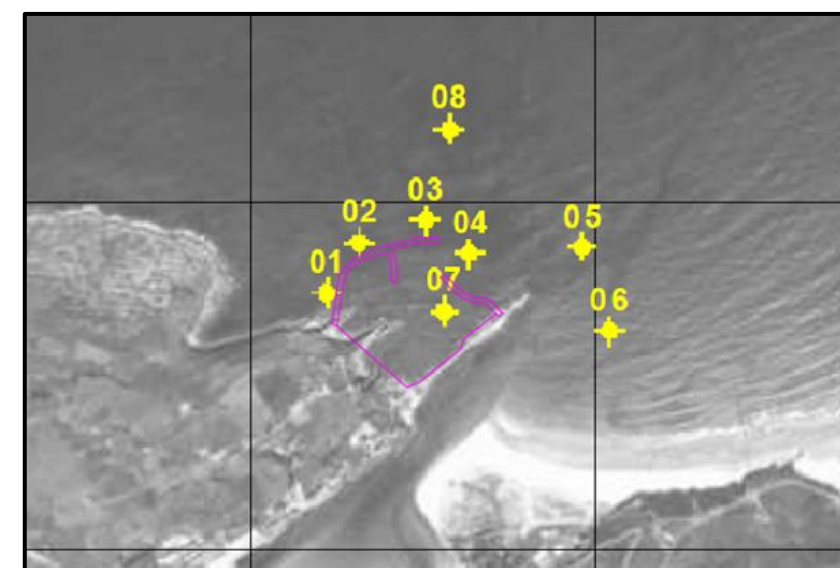


Imagen 1: ubicación de los puntos con respecto a la proyección del Nuevo Puerto deportivo.



## ANEJO Nº16: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	MARCO LEGAL.....	4
3.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO .....	4
3.1.	Geología .....	4
3.2.	Hidrogeología.....	4
3.3.	Climatología .....	5
3.4.	Dinámica Marina.....	5
4.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO .....	6
4.1.	Ecosistemas.....	7
4.2.	1.1.6. VEGETACIÓN Y FAUNA .....	8
5.	ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS .....	9
6.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	10
6.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS.....	10
6.1.1.	IMPACTOS SOBRE EL MEDIO ATMOSFÉRICO .....	10
6.1.2.	IMPACTO SOBRE EL MEDIO MARINO .....	10
6.1.3.	IMPACTO SOBRE EL SUELO: MEDIO TERRESTRE .....	11
6.1.4.	IMPACTO SOBRE EL MEDIO PERCEPTIVO .....	11
6.1.5.	. IMPACTO SOBRE EL MEDIO SOCIAL.....	11
7.	VALORACIÓN DE IMPACTOS .....	11
7.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	11
7.2.	METODOLOGIA DE VALORACIÓN.....	12
7.3.	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN Y DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	13

8.	MEDIDAS CORRECTORAS.....	14
8.1.	Medidas de protección del acantilado .....	14
8.2.	Medidas de protección de la calidad del agua .....	14
8.2.1.	Limitación del riesgo de contaminación por vertido de materiales de dragado. ....	14
8.2.2.	Control y limitación de los vertidos de la actividad portuaria .....	15
8.2.3.	Control de riesgo de contaminación por vertidos en actividades portuarias .....	15
8.2.4.	Control de los vertidos de los materiales de relleno.....	15
8.3.	Medidas de control de ocupación de fondos marinos.....	15
8.4.	Medidas de protección de la avifauna .....	15
8.5.	Medidas de protección del paisaje.....	15
8.6.	Medidas relativas a la ocupación de las obras .....	15
8.7.	Medidas para reducir las molestias al turismo .....	16
8.8.	MEDIDAS CONTRA LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA .....	16
8.9.	Medidas de seguridad .....	16
8.10.	Medidas de protección del patrimonio .....	16
8.11.	Medidas para eliminar la incompatibilidad con otros proyectos.....	16
8.12.	Buenas prácticas.....	16
9.	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL. ....	17

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1:	Situación del acuífero Santillana – San Vicente de la Barquera .....	5
Imagen 2:	Balance hidrológico del acuífero.....	5
Imagen 3:	Playa del Merón y ría de San Vicente de la Barquera.....	6



Imagen 4: Alga Ulva, lechuga de mar, en marea baja ..... 7

Imagen 5: Zonificación esquemática de los fondos. .... 8





## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo, se hará referencia al Impacto Ambiental en la medida que modifique desde el exterior el estado de equilibrio interno dinámico de los biosistemas completamente desarrollados, de forma que lleve el sistema a una situación inestable.

De forma general, los impactos que puede sufrir un ecosistema se pueden clasificar en:

- Impactos naturales: inevitables, creados y soportados por la propia naturaleza.
- Impactos artificiales o antrópicos: debidos a la acción del hombre. Estos son más bruscos, antinaturales y difíciles de recuperar por el ecosistema.

En la actualidad, existe la necesidad de adecuar el aprovechamiento de los recursos naturales a su mantenimiento y conservación, reconociendo la utilidad incluso en términos económicos, de seguir las leyes de la naturaleza en lugar de contradecirlas.

Es por ello que el presente Estudio de Impacto Ambiental, tiene por objeto analizar las repercusiones ambientales asociadas a la obra de construcción del Nuevo Puerto Exterior de San Vicente de la Barquera. Dichas obras se ven sujetas a una estimación de Impacto Ambiental, la cual obligará al Promotor del Proyecto a la realización de un informe de Impacto Ambiental. Los contenidos del presente estudio serán los siguientes:

- Descripción de cada alternativa caso de estudio para la realización del proyecto.
- Análisis de las características ambientales más importantes del entorno del proyecto, tanto humano como relativo al medio físico y biológico, con el fin de poder prever los efectos del nuevo proyecto sobre ellos.
- Identificación y valoración de las posibles afecciones.
- Propuesta de las medidas correctoras que deberán adoptarse para paliar o eliminar las afecciones.

El estudio concluirá con el Programa de Vigilancia Ambiental, orientado a controlar desde el punto de vista medioambiental la ejecución de las obras de acondicionamiento.

## 2. MARCO LEGAL

El conocimiento de la legislación en materia medioambiental será necesario para definir por un lado el tipo de estudio medioambiental y los objetivos y alcance del mismo, y a su vez para valorar el medio en su estado actual y futuro, a través de los niveles de inmisión/emisión y/o objetivos de calidad que la legislación sectorial fija para cada tipo de medio, así como cualquier otra legislación relativa a la protección y conservación de los medios naturales y del patrimonio histórico y cultural.

El 27 de junio de 1985, se publica en el diario Oficial de las Comunidades Europeas una directiva del Consejo relativa a la evaluación de las epercusiones de determinados proyectos sobre el medio ambiente. El cumplimiento de dicha directiva elabora el Real Decreto Legislativo 1302/1986 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental.

El reglamento de aplicación de este Decreto Legislativo ha sido aprobado mediante Real Decreto 1131/1988 del 30 de septiembre. En él se establece la obligación de someter a una evaluación de impacto ambiental ciertos proyectos públicos y privados.

En la realización del presente Estudio de Impacto Ambiental, se han seguido las directrices indicadas por las legislaciones específica y sectorial vigentes en España.

- Legislación específica: de aplicación toda la normativa vigente tanto a nivel europeo, nacional como regional.
- Legislación sectorial: son de aplicación las siguientes leyes:
  - Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
  - Ley de aguas (1985).
  - Ley de Costas (1988) y Reglamento.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

Se entiende por medio físico el territorio y sus recursos, tal y como se encuentran en la actualidad, excluyendo los componentes vivos. En el presente análisis de Impacto Ambiental, se incluirán los siguientes factores: la climatología y la geología de la zona. Entre ellos, conforman todos los factores que en Ecología conforma el denominado biotopo sobre el que más tarde se asentarán las poblaciones de organismos vivos, cuya descripción se aborda más adelante en este mismo anejo.

### 3.1. Geología

En este apartado se hace referencia al Anejo nº : GEOLOGÍA Y GEOTECNIA, donde se describen de forma detallada los materiales, estratigrafía y tectónica de la zona de estudio.

### 3.2. Hidrogeología

Para este apartado, el área de estudio se enmarca dentro del acuífero de Santillana – San Vicente de la Barquera, cuyo esquema de situación se adjunta en la Imagen 1. Dicho acuífero se corresponde con el denominado acuífero de la Franja Costera, de litología esencialmente calcárea.

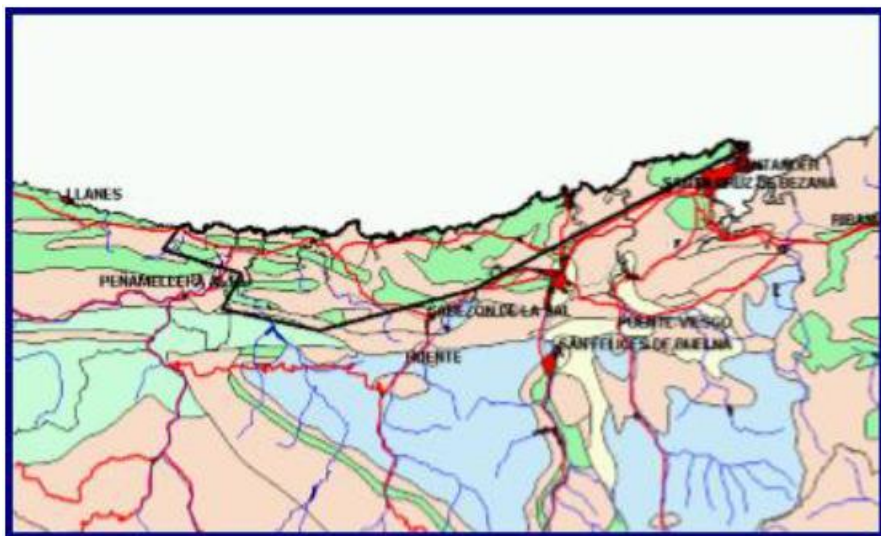


Imagen 1: Situación del acuífero Santillana – San Vicente de la Barquera

Las principales manifestaciones de aguas subterráneas están relacionadas con la karstificación que afecta a los materiales carbonatados, y con los amplios depósitos marismales.

Por otro lado, los depósitos de marisma se encuentran saturados de agua procedente de la mezcla de aguas dulces de los aportes fluviales y de agua salada procedente de las corrientes mareales.

Balance hidrogeológico y usos				
Entradas(hm <sup>3</sup> / año)	Salidas (hm <sup>3</sup> / año)	Usos del agua(hm <sup>3</sup> / año)		Parámetros hidrogeológicos
Lluvia directa	Manantiales	Abto. urbano		S
Ríos	Ríos	Agrícolas		T
Laterales	Bombeo	Industrial		3-30 m <sup>2</sup> / día
Retorno Riego	Laterales	Otros	5.5	Q <sub>e</sub>
Otros	Otros	Total	6.5	0.22 l/s / m
Totales				
Observaciones				
Existen salidas al mar y a ríos, sin cuantificar. Los parámetros hidráulicos están referidos a pocos pozos y los valores son sólo orientativos. Se extraen 5.5 hm <sup>3</sup> /a para drenaje de galerías en las minas de Reocín				

Imagen 2: Balance hidrológico del acuífero.

En la anterior imagen se muestra el balance hidrológico del acuífero. La capacidad de infiltración es alta en los materiales calcáreos que dominan la mayor parte del substrato rocoso del área de proyecto, en especial las calizas terciarias fuertemente karstificadas, que presentan además un alto almacenamiento. En los materiales arcilloso del oligoceno, la infiltración será reducida, dado el carácter impermeable, aunque en zonas de fracturación significativa se verá aumentada considerablemente.

Las recargas del acuífero se realizan por infiltración directa del agua de lluvia y las descargas son realizadas principalmente al mar a través de numerosos manantiales asociados a las calizas. Los recursos subterráneos mínimos son e 78 hm<sup>3</sup>/año.

3.3. Climatología

Para este subapartado, se hace referencia al anejo CLIMATOLOGÍA. En resumen, se puede apuntar que tanto el clima como la vegetación de la zona de estudio son de tipo atlántico, caracterizados por la abundancia y persistencia de precipitaciones durante todo el año y por la presencia de una frondosa capa vegetal permanentemente verde.

Fundamentalmente, los rasgos característicos del clima de la zona son, por lo tanto:

- La variabilidad del tiempo. Es decir, la alternancia de tiempo soleado a tiempo lluvioso.
- La abundancia de precipitaciones.

En la zona de estudio, las temperaturas invernales no suelen ser muy bajas, con valores medios en torno a los 8°C. Los veranos, a su vez, se caracterizan por unas temperaturas medias no muy elevadas, que se mantienen por debajo de los 20°C.

En cuanto a la termometría, hay que señalar que el número medio de días de temperatura mínima inferior a 0°C, es decir días de helada, es inferior a uno al año.

La presencia de nieve en la zona de estudio es muy escasa, de menos de 2 días de nieve al año. En cambio, el granizo suele ser más habitual y suele darse, al igual que en el caso de la nieve, en los meses de otoño y en invierno. Las tormentas son más frecuentes, principalmente en primavera, verano y otoño. A su vez, el número de días de niebla es también elevado, concentrándose sobre todo en los meses de agosto, septiembre y octubre.

3.4. Dinámica Marina

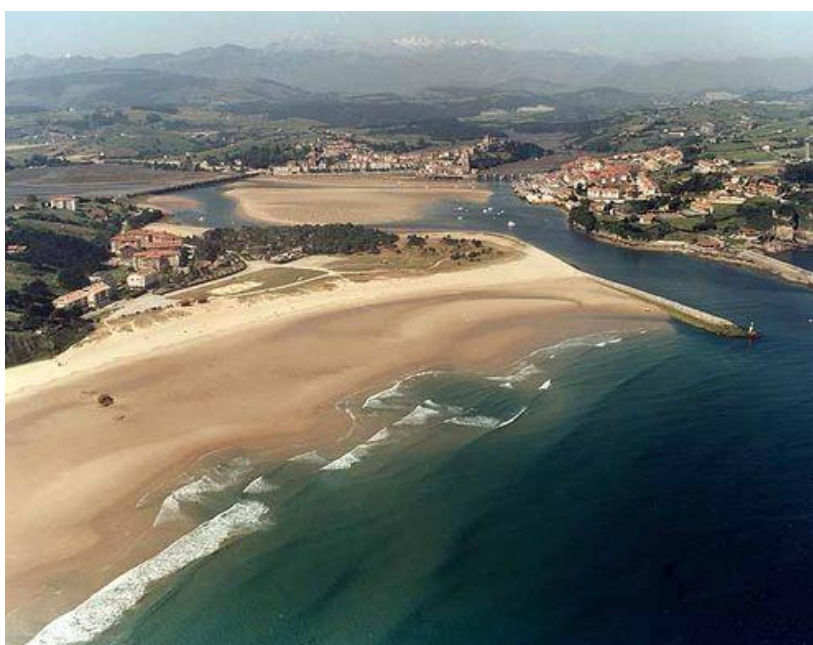
En lo que respecta al análisis de la dinámica marina se ha llevado a cabo una caracterización del oleaje, el nivel del mar y el sistema de corrientes. Así mismo, se ha realizado un estudio específico sobre la dinámica litoral acerca de la morfología y estabilidad que actualmente presentan las diferentes unidades sedimentarias existentes en la zona de estudio, estudiándose específicamente la caracterización sedimentaria de la plataforma continental adyacente y la morfodinámica actual de la playa de Merón.



En pleamares, con coeficientes de marea altos, el agua cubre, prácticamente, toda la superficie de la ría, mientras que con mareas vivas, durante las bajamares, quedan al descubierto amplias zonas intermareales, caracterizadas por extensos arenales y pequeños canales de desagüe, donde predominan fangos y donde se desarrollan las marismas. Por lo tanto, los arenales y las marismas son los dos grandes ecosistemas que caracterizan a estos dos estuarios.

Existe un sistema de corrientes longitudinales con dirección W-E, del Bajo de la Regatona hasta Punta Liñera. Estas corrientes continúan, aunque de menor magnitud, hasta el morro del actual dique de abrigo y encauzamiento del puerto de San Vicente de la Barquera, donde se forma una corriente de salida hacia aguas más profundas. De la misma forma, se aprecia una corriente con dirección W-E de las Bajas del Cabo a hacia la Punta de Peñaentera, también debido a la incidencia oblicua del oleaje.

A lo largo de la playa de Merón se observan una serie de células o vórtices del sistema circulatorio producto, principalmente, del gradiente longitudinal de la altura de ola, situación que se hace más evidente a la sombra del espigón de encauzamiento, donde se forma una corriente de retorno de gran intensidad. Esta corriente se encuentra prácticamente en todos los casos de oleaje propagado y su presencia es de fundamental importancia en el proceso de sedimentación del canal de acceso.



*Imagen 3: Playa del Merón y ría de San Vicente de la Barquera.*

En términos generales, destacan tres áreas donde el sistema de corrientes que se forma condiciona la morfología de la playa: primero, el conjunto de células descrito anteriormente, donde el sedimento se mantiene en un ciclo

cerrado, por lo que la playa se encuentra en un equilibrio dinámico. Segundo, un gran bucle que transporta sedimento de la playa hacia aguas más profundas, este sistema circulatorio transporta sedimento hacia la desembocadura y, dependiendo del instante de la marea, lo introduce al estuario o lo transporta hacia el exterior, cerrando el ciclo antes de llegar a las Bajas del Cabo. Tercero, una corriente general de transporte longitudinal de Oeste a Este, producto de la incidencia oblicua del oleaje sobre los acantilados y lajas rocosas de la Ensenada de Liñera en donde, debido precisamente a estas corrientes, no se observan depósitos sedimentarios de entidad.

También hay que destacar el ascenso y descenso del nivel del mar por acción de la marea que produce un movimiento de la masa de agua que, en condiciones de marea ascendente, se propaga aguas arriba por el estuario de San Vicente de la Barquera y, en condiciones de marea descendente, se une al propio caudal fluvial de los arroyos que desembocan en la Ría en su movimiento hacia el mar. Este flujo y reflujo de masas de agua se conoce como corrientes de marea.

En la desembocadura de la Ría la corriente de la marea vaciante alcanza magnitudes que llegan a superar los 2 m/s. El chorro de salida se desvía hacia la playa, donde se forma un sistema circulatorio semejante al que se produce por la rotura del oleaje. Asimismo, se observa cómo las velocidades durante la máxima llenante son mayores que las de vaciante, en este caso las velocidades en la desembocadura son del orden de 2,5 m/s. Sin embargo, el efecto de aceleración del flujo se observa únicamente a lo largo del canal de entrada, mientras que las velocidades en el exterior de la desembocadura y en el interior del estuario son claramente menores. Esta reducción tiene implicaciones importantes en la tendencia evolutiva del estuario.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En cuanto al análisis del medio biológico, el EsIA incluye un análisis exhaustivo de las diferentes unidades ambientales presentes en el ámbito de estudio.

De manera concreta, de la vegetación que previsiblemente se verá afectada destaca el hinojo de mar (*Chrithmum maritimum*) y algunos líquenes como *Xanthoria parietina*. El sustrato duro del actual pase marítimo es colonizado por algas, generalmente verdes, del género *Enteromorpha* y *Ulva*, y pardas como *Fucus* y *Ascophillum nodosum*. En las zonas de arenas y fangos próximas al muro es difícil encontrar vegetación arraigada, aunque en algunos puntos se encuentran algas verdes, filamentosas sobre todo, y agrupaciones de algas de arribazón, que quedan depositadas en la bajamar como la lechuga de mar (*Ulva* sp.).





Imagen 4: Alga Ulva, lechuga de mar, en marea baja

En la zona del canal y la barra arenosa se pueden encontrar manchas de pradera de la fanerógama marina *Zostera* sp. Estas praderas constituyen un importante hábitat para especies vegetales epífitas que encuentran en ellas soporte en el que arraigar, y sobre todo para la fauna, tanto de tipo microscópico (hidroideos y briozoos sésiles que se fijan en sus hojas) como macroscópica al ofrecer tanto refugio como alimento. La *Zostera* cumple asimismo un papel importante en la fijación de los sedimentos por su sistema radicular.

La fauna en las zonas de arenas y fangos es principalmente de tipo endobentónico, viviendo por tanto en el interior del sedimento del fondo. Se trata sobre todo de invertebrados pertenecientes a los grupos de los moluscos, principalmente bivalvos (almejas, muergos, etc.), anélidos poliquetos (gusanos) y crustáceos como el cangrejillo (*Upogebia deltaura*). Sobre la superficie se pueden encontrar algunos moluscos gasterópodos, como las brujas (*Nassarius reticulatus*) y cangrejos como los ermitaños (*Paguridae*), los cámbaros (*Carcinus maenas*) o mulatas (*Pachygrapsus marmoratus*), este último en las zonas más próximas al muro del paseo. Además, se pueden encontrar gasterópodos como los caracolillos (*Gibbula umbilicalis*), las lapas (*Patella* sp.), el bígaro chato (*Littorina littoralis*) y el bígaro enano (*Littorina neritoides*), y crustáceos sésiles como las bellotas de mar (*Chthamalus stellatus*).

Entre la ictiofauna que entra en la ría para alimentarse o reproducirse destaca los mules (*Mugil* sp.), los salmonetes (*Mullus barbatus*), escorpiones o salvariegos (*Trachynus draco*), chaparrudos (*Gobius* sp.), lenguados (*Solea* sp.), etc. Entre la fauna nectónica también se ha de incluir a las jibias o cachones (*Sepia* sp.), frecuentes en las aguas interiores, no siendo raro que utilicen las praderas de *Zostera* para el desove. También destaca la importancia de la avifauna del estuario que aprovecha la zona intermareal existente para la búsqueda de alimento.

#### 4.1. Ecosistemas

A continuación, se identifican y describen los ecosistemas presentes en el ámbito de análisis de San Vicente de la Barquera:

Playas y Dunas: Esta unidad ambiental está compuesta por tres arenales: la playa de Merón, playa del Tostadero y playa del Puntal.

- Acantilados: Se extienden a lo largo de prácticamente toda la línea de costa, exceptuando las zonas donde existen playas.
- Rías y estuarios: Quizás sea la más representativa de este ámbito de estudio, estando constituida por las marismas de Pombo y Rubín.
- Repoblaciones forestales: Dentro del área que comprende al ámbito específico de San Vicente de la Barquera se encuentra una pequeña mancha de eucaliptos en las cercanías del faro y una zona de coníferas en los alrededores de la Iglesia de Santa María de los Ángeles..
- Praderías: Éstas se encuentran distribuidas por las zonas de La Braña, al Este, las Calzadas, al Sur, y Santa Catalina, al Oeste.
- Zona arbolada: Las principales masas boscosas se encuentran en la zona de Santa Catalina y al Sur en El Boceo y Pita de Abajo.
- Urbana/Eriales: Esta unidad dentro del ámbito específico de San Vicente de la Barquera se corresponde en su totalidad con el Terminio Municipal del mismo nombre.
- Cultivos: Su representación dentro de la zona de estudio es bastante pequeña, localizándose geográficamente en la zona de “La Braña” al Norte del ámbito de estudio, y en el área de “Las Calzadas” en el Suroeste.

En cuanto a los ecosistemas o unidades ambientales existentes más allá de la línea de costa en el ámbito de San Vicente de la Barquera, se puede decir que el medio marino donde se encuentran está caracterizado por la existencia de dos procesos o factores que condicionan la composición y estructura del territorio englobado en el área en cuestión. De una parte, la existencia de una corriente dirección Oeste-Este cuya acción conlleva la erosión de la zona occidental de la costa de San Vicente de la Barquera (en concreto, la zona de acantilados), arrastrando en este proceso sedimentos que son depositados en la Playa de Merón. Por otra parte, las acciones de llenante y de vaciante provocadas por las mareas astronómicas, actúan y condicionan la morfología y composición del estuario de San Vicente, generando una segunda zona arenosa en el ámbito de estudio.

De lo anteriormente expuesto se extrae la existencia de dos unidades ambientales marinas en función de la composición de los fondos:

- Fondos rocosos.
- Fondos arenosos.



Los fondos rocosos se sitúan en la costa occidental de la localidad cántabra, donde es mayoritaria la presencia de acantilados y una línea de costa en general bastante accidentada. Se han formado por la existencia de corrientes Oeste-este en la zona, que arrastran todos los sedimentos arenosos (excepto aquellos que se encuentran en las grietas de las rocas) provocando una fuerte erosión del área.



Imagen 5: Zonificación esquemática de los fondos.

Los fondos arenosos se concentran en las cercanías de la Playa de Merón, y en general son abundantes en la zona Este del ámbito de estudio, como consecuencia de las corrientes marinas predominantes en el área.

4.2. 1.1.6. VEGETACIÓN Y FAUNA

En la siguiente tabla se encuentran recogidas las especies indicadoras tanto de vegetación como de fauna de cada una de las unidades ambientales terrestres descritas dentro de este ámbito específico.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes especies vegetales y animales que se pueden encontrar en las diferentes unidades ambientales marinas de San Vicente de la Barquera.

UNIDAD AMBIENTAL	VEGETACIÓN	FAUNA
	Especies	Especies
Playas y Dunas	Barrón <i>Ammophila arenaria</i> Grama marina <i>Elymus farctus</i> Cardo marítimo <i>Eryngium maritimum</i> Lirio de mar <i>Pancratium maritimum</i>	Caracol de las dunas <i>Theba pisana</i> <i>Agrostis rippens</i> <i>Dilephyla euphorbiae</i> Lagarto ocelado <i>Lacerta lepida</i>
Acantilados	Hinojo marino <i>Crithmum maritimum</i> Llantén marino <i>Plantago maritima</i> Salvio <i>Inula crithmoides</i> Armeria <i>depilata</i> <i>Limonium binervosum</i>	Gaviota patiamarilla <i>Larus cachinnans</i> Paiño común <i>Hydrobates pelagicus</i> Cormorán grande <i>Phalacrocorax carbo</i> C. moñudo <i>Phalacrocorax aristotelis</i> Halcón peregrino <i>Falco peregrinus</i>
Repoblaciones Forestales	Eucalipto <i>Eucalyptus globulus</i> Pino Monterrey <i>Pinus radiata</i>	Pinzón común <i>Fringilla caelebs</i> Sapo común <i>Bufo bufo</i> Lución <i>Anguis fragilis</i> Musaraña de Mollet <i>Sorex coronatus</i>
Praderas	<i>Lolium perenne</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Lotus corniculatus</i>	Topo Común <i>Talpa europaea</i> Musaraña ibérica <i>Sorex granaries</i> Ratonero <i>Buteo buteo</i> Milano negro <i>Milvus migrans</i>
Zona arbolada	Laurel <i>Laurus nobilis</i> Encina <i>Quercus ilex</i> Madroño <i>Arbutus unedo</i> Aladierno <i>Rhamnus alaternus</i>	Zorro <i>Vulpes vulpes</i> Milano negro <i>Milvus migrans</i> Zorzal común <i>Turdus philomelos</i> Lución <i>Anguis fragilis</i>
Rías y Estuarios	<i>Zostera marina</i> <i>Spartina maritima</i> <i>Puccinellia maritima</i> <i>Juncus maritimus</i> <i>Aster tripolium</i>	Focha <i>Fulica atra</i> Ánade real <i>Anas platyrhynchos</i> Zampullín chico <i>Tachybaptus ruficollis</i> Aguilucho lagunero <i>Circus aeruginosus</i> Garza real <i>Ardea cinerea</i>
Urbana/Eriales	Plátano de sombra <i>Platanus hispánica</i> Ciruelo rojo <i>Prunus cerasifera</i> Aliaguste <i>Ligustrum vulgare</i> Plumero <i>Cortaderia selloana</i>	Paloma Bravía <i>Columba livia</i> Gorrión común <i>Passer domesticus</i> Vencejo común <i>Apus apus</i> Rata común <i>Ratus ratus</i>
Cultivos	Maíz <i>Zea mays</i> Tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Lechuga <i>Lactuca sativa</i> Zanahoria <i>Daucus carota</i>	Caracol común <i>Helix aspersa</i> Topo Común <i>Talpa europaea</i> Lombriz de tierra <i>Lumbricus terrestres</i> Sapo común <i>Bufo bufo</i>

En la tablas siguientes se muestran las especies vegetales y animales que se pueden encontrar en las diferentes unidades ambientales marinas de San Vicente de la Barquera.





FONDOS ARENOSOS		
VEGETACIÓN	Algas verdes	<i>Codium tomentosum</i> <i>Enteromorpha sp.</i> <i>Cladophora sp.</i>
	Algas pardas	<i>Cystoseira ericoides</i> <i>Laminaria sp.</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Colpomenia peregrina</i>
	Algas rojas	<i>Mesophyllum lichenoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> <i>Peyssonelia squamaria</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i>
FAUNA		<i>Anemonia sulcata</i> <i>Actinia equina</i> <i>Gorgonia Paramuricea</i> <i>Spirographis spallanzanii</i> <i>Musculus sp.</i> <i>Bittium reticulatum</i> <i>Tricholia pulla</i> <i>Octopus vulgaris</i> <i>Sepia officinalis</i> <i>Chromodoris luteorosea</i>
	Ictiofauna	<i>Symphodus melops</i> <i>Gobius cimentatus</i> <i>Gobius niger</i> <i>Diplodus sargus</i> <i>Diplodus vulgaris</i> <i>Oblada melanura</i> <i>Labrus bergylta</i> <i>Centrolabrus rupestris</i> <i>Parablennius pilicornis</i>

FONDOS ROCOSOS		
VEGETACIÓN	Algas verdes	<i>Ulva lactuca</i> <i>Ulva rigida</i>
	Algas pardas	<i>Laminaria sp.</i>
	Algas rojas	<i>Corallina officinalis</i> <i>Gelidium latifolium</i> <i>Gelidium sesquipedale</i> <i>Mesophyllum lichenoides</i> <i>Callophyllis laciniata</i>
FAUNA	Moluscos	<i>Pattela aspera</i> <i>Mytilus edulis</i>
	Gasterópodos	<i>Littorina neritoides</i>
	Ictiofauna	<i>Labrus bergylta</i> <i>Diplodus sargus</i> <i>Gobius</i> <i>Blénidos</i> <i>Centrolabrus rupestris</i> <i>Parablennius pilicornis</i>

## 5. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

En relación a los Espacios Naturales Protegidos dentro del ámbito de estudio se encuentra el Parque Natural de Oyambre, declarado mediante Ley de Cantabria 4/1988, modificada por la Ley de Cantabria 4/2009, de 19 de mayo, de Conservación de la Naturaleza de Cantabria, así como el LIC Rías Occidentales y Duna de Oyambre (ES1300003) aprobado mediante Decisión de la Comisión 2004/813/CEE, de 7 de diciembre, de conformidad con la Directiva Hábitats 92/43/CEE, por la presencia de los hábitats del Anexo I y los taxones del Anexo II.

Todo el ámbito de estudio se encuentra englobado dentro de alguna figura de protección ambiental, por lo que la importancia de los Espacios Naturales Protegidos en esta zona de estudio es muy considerable. Son dos las figuras de protección ambiental: el LIC “Rías Occidentales y Duna de Oyambre” y el Parque Natural de Oyambre.

El LIC “Rías Occidentales y Duna de Oyambre” engloba toda el área del ámbito específico de San Vicente de la Barquera calificado como “Rías y estuarios” en la anterior descripción del medio biológico., además de la línea de costa acantilada que se extiende desde el actual Puerto de San Vicente de la Barquera hacia el Oeste del ámbito.

Este LIC cubre el tramo costero más occidental de Cantabria, caracterizado por la alternancia de estuarios (rías de Tina Mayor, Tina Menor, Gandarillas, San Vicente, Capitán y la Rabia), acantilados altos junto a ensenadas o



“calas” en las que existe un gran número de pequeñas playas. Todo este entorno se encuentra dominado por las sierras planas de Jerra y Pechón, constituidas por las litologías más antiguas de Cantabria, y cuya morfología responde a antiguas plataformas de abrasión marina o “rasas” conformadas en las últimas etapas del periodo terciario.

El Parque Natural de Oyambre abarca todo el ámbito específico objeto de estudio. Siendo una de las áreas más valiosas del litoral cantábrico, tanto por su geomorfología, procesos de formación de playas y estuarios, como por la flora, fauna, paisaje, yacimientos arqueológicos, etc. Oyambre reúne en su variedad un conjunto único y excepcional formado por paisajes de alta montaña, bosques, praderías, núcleos de población, estuarios, acantilados y playas. Sus espacios de marisma son lugares de máxima productividad biológica cuya conservación es imprescindible para el mantenimiento de las cadenas tróficas, que dan vida a gran diversidad de especies, asegurando la riqueza marisquera y de los bancos de pesca de todo el litoral adyacente.

Esta zona posee aún uno de los bancos más ricos del litoral cantábrico. Los estuarios de La Rabia y San Vicente son el eje físico en torno al que se articula el Parque Natural de Oyambre con una superficie de unas 5.000 hectáreas. Sus aguas acogen magníficos criaderos de alevines, con una gran importancia para el abastecimiento de cebo para los pescadores del área, en esquila, gusana y cámbaros. También hay una alta productividad en almeja, berberecho, navaja y ostra.

A pesar de haber sido declarado Parque Natural en 1.988, por la Ley 4/1988 del 28 de octubre, el Parque Natural de Oyambre carece actualmente de un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales que zonifique el área del parque en diferentes zonas según su riqueza ambiental y con la finalidad de regular los diferentes usos en las mismas.

## 6. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

En este punto se define la relación entre el medio ambiente y el proyecto. La identificación y valoración de impactos se realizará siguiendo el mismo esquema que el ya utilizado para la descripción del medio, es decir, dividiendo el conjunto del medio ambiente en Medio Físico, Medio Biológico y Medio Humano.

Los impactos, una vez identificados, se valoran de acuerdo con la jerarquización que establece la legislación vigente: Impacto ambiental COMPATIBLE, MODERADO, SEVERO y CRÍTICO.

- Impacto ambiental Compatible: aquel cuya recuperabilidad es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras correctoras.
- Impacto ambiental moderado: aquel cuya recuperabilidad no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental severo: aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras y protectoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un tiempo dilatado.
- Impacto ambiental crítico: aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

### 6.1. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

#### 6.1.1. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO ATMOSFÉRICO

En la fase de construcción, las obras previas, los acopios de materiales, excavaciones, colocación de cajones de hormigón, cimentaciones, relleno, etc., podrán afectar a la calidad atmosférica por emisión de gases, partículas, humos y de ruidos y vibraciones. Los efectos que podrán causar serán molestias a los ciudadanos y a las actividades a desarrollar en el puerto.

Como impacto derivado, indirecto, la pérdida de visibilidad por la emisión de partículas y gases afectará a la calidad del paisaje.

En la fase de funcionamiento, el previsible incremento del número de barcos dará lugar a una mayor actividad en el puerto. Esto podrá acarrear un mayor número de emisiones de ruidos y tráfico (y portanto emisiones) en momentos determinados del día, ligados a la actividad pesquera, aunque los efectos no se percibirán como impacto, es decir, como pérdida de la actual calidad ambiental.

#### 6.1.2. IMPACTO SOBRE EL MEDIO MARINO

Las comunidades biológicas, bentónicas fundamentalmente, sufrirán impacto directo por estas obras e indirecto por los cambios en las condiciones ambientales que determinan parámetros físicoquímicos que se modificaran: potencial redox, turbidez, penetración de la luz, liberación de sustancias ligadas al sedimento, etc., cambiarán con las obras de dragado. Sin embargo, puesto que se proyecta la alternativa de puerto exterior, esta presenta 50.000 m<sup>3</sup> de dragado menos respecto a las alternativas de puerto interior. Las arenas y fangos podrán acumular vertidos de productos tóxicos, lo que supondría un peligro durante la resuspensión de los mismos en los dragados a efectuar, en especial, sobre la fauna existente, así como sobre el resto de comunidades biológicas



existentes, en especial, sobre las comunidades del género *Zostera*. La granulometría del sedimento es arena, por lo que el impacto del vertido se minimiza, siendo arena y roca el material a verter.

En la fase de funcionamiento, el previsible aumento del número de barcos podría acarrear un incremento en la contaminación de las aguas del puerto. No obstante, no se cree que tal incremento sea de magnitud significativa como para apreciar una disminución de la calidad ambiental.

La circulación constante de embarcaciones puede provocar vertidos puntuales y difusos de gasoil y otros productos contaminantes, como aceites, al agua, que conllevarían una pérdida de calidad de las aguas del estuario. De manera indirecta, podrán verse afectadas las comunidades biológicas asociadas al medio acuático, y por tanto, podrían verse afectados los hábitats anteriormente señalados.

#### 6.1.3. IMPACTO SOBRE EL SUELO: MEDIO TERRESTRE

El impacto sobre este medio serán los derivados de la acción de ocupación de suelo y los de ganancia al medio. El primero de los impactos tendrá una duración temporal, por la utilización del suelo en la ubicación de instalaciones provisionales y auxiliares, así como por acopio de materiales. El segundo será permanente, empleándose en la mejora de la infraestructura portuaria.

#### 6.1.4. IMPACTO SOBRE EL MEDIO PERCEPTIVO

La introducción de nuevas líneas, superficies y volúmenes agregará un mayor componente antrópico al paisaje. Si bien será mínimo el impacto visual, debido al contexto en que se introducen y se modifican las actuales propiedades estéticas del escenario.

En el caso de proyectarse la alternativa de puerto interior, la construcción del dique de abrigo representaría una alteración muy significativa de las condiciones de observación de la ría por intrusión visual de una nueva estructura en el interior del estuario, en especial, si tenemos en cuenta el estado actual perceptual de este estuario. Dicho elemento antrópico sería visible desde todo el frente marítimo de San Vicente de la Barquera hacia la playa y desde esta hacia la villa, así como desde otras líneas de visibilidad o puntos de observación diferentes y todas ellas con un alto grado de susceptibilidad visual, dada la gran cantidad de observadores que visitan la villa a lo largo de todo el año. Por lo tanto, en este aspecto, el impacto paisajístico de la alternativa de puerto exterior será menor, puesto que queda oculto por los acantilados y no se percibe desde la ría.

En la fase de construcción del nuevo puerto, la remoción de sedimentos, el vertido de escollera, la construcción de diques y obras de relleno podrán ocasionar una pérdida de visibilidad y también un enturbiamiento y cambio de color del agua. Este impacto será temporal, recuperándose la calidad al finalizar las obras.

En la operación de vertido, también se producirá cambio en las propiedades estéticas del medio, aunque la nula susceptibilidad visual hará que el impacto sea mínimo o compatible. En tal caso, la calidad se recuperará tras la operación de vertido a corto plazo.

#### 6.1.5. . IMPACTO SOBRE EL MEDIO SOCIAL

Las emisiones de polvo, ruidos y vibraciones, humos y gases causaran ligeras molestias; así como la modificación del tráfico rodado y peatonal y la presencia de dragas en la actividad portuaria.

Por otra parte, los servicios de prevención aseguran que el riesgo de accidentes, durante las obras, se reduzca al mínimo. Las obras darán lugar a un incremento del volumen de negocio, y mejora del bienestar.

### 7. VALORACIÓN DE IMPACTOS

La valoración de los impactos identificados consiste en un juicio de valor sobre el alcance de las alteraciones que producen en el entorno. Este juicio de valor se fundamenta en los siguientes atributos básicos del impacto ambiental: carácter, magnitud, importancia del impacto y la importancia relativa del elemento alterado.

El carácter del impacto hace referencia al signo del impacto: positivo, si se estima que la calidad ambiental (del elemento alterado) resulta favorable o nula, y negativo en caso de resultar desfavorable.

La importancia del impacto valora aspectos cualitativos tales como la capacidad de recuperación del elemento alterado, la capacidad de reversión del efecto producido, el momento de producirse la alteración respecto de la acción correspondiente, la probabilidad de ocurrencia del impacto, etc.

La importancia del elemento alterado es también una cualidad del efecto del impacto que depende de la apreciación que la sociedad tenga sobre el elemento afectado.

#### 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Como síntesis de todo lo anteriormente expuesto y siguiendo los criterios que señalan el Anexo I del reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental y que se exponen a continuación, procedemos a la valoración global de los impactos en la fase de explotación o existencia.

##### A. CARÁCTER:



- Positivo: cuando la alteración producida respecto al estado inicial resulta favorable o nula.
- Negativo: cuando la alteración producida se traduce en pérdidas o perjuicios sobre uno o varios elementos del medio.

**B. TIPO:**

- Directo: cuando algún elemento del medio es directamente afectado por la alteración.
- Indirecto: cuando los efectos producidos por una actuación se manifiestan como resultado de una serie de procesos.

**C. DURACIÓN:**

- Temporal: si existe un intervalo de tiempo medible desde que se produce la alteración hasta que esta cesa.
- Permanente: si la alteración es continúa en el tiempo.

**D. MOMENTO:**

Parámetro temporal que indica el período en que se produce la alteración hasta que cesa: corto, medio y largo plazo.

**E. CUENCA ESPACIAL:**

- Localizado: cuando podemos delimitar el área susceptible de ser afectada.
- Disperso: el área de influencia no puede ser delimitada, ya sea por las condiciones del terreno o por la naturaleza del elemento impactado.

**F. REVERSIBILIDAD:**

- Reversible: cuando es posible un retorno a la situación inicial debido a la capacidad del medio para absorber la perturbación.
- Irreversible: si la alteración producida es tal que la vuelta al estado inicial sin la intervención humana es imposible.

**G. POSIBILIDAD DE RECUPERACIÓN:**

- Recuperable: cuando tras producirse una alteración es posible la vuelta a la situación inicial, bien de forma natural o por la aplicación de medidas correctoras.

**H. MAGNITUD:**

Según la dimensión de la alteración sufrida.

- Mínima: el efecto producido tiene poca importancia.
- Notable: cuando la repercusión ambiental de la alteración es considerable.

**I. ACUMULACIÓN:**

Al producirse sobre el medio varias alteraciones el efecto causado por cada uno de ellos puede ser:

- Simple: el impacto es independiente de los demás y del tiempo de duración del agente impactante.
- Acumulativo: el impacto aumenta su gravedad con el tiempo.
- Sinérgico: cuando el impacto actúa conjuntamente con otras alteraciones dando lugar a un efecto superior al que corresponde a la suma de cada impacto considerado individualmente.

**J. PERIODICIDAD:**

- Periódico: si su modo de acción es cíclico o puede predecirse de algún modo.
- Irregular: cuando no se puede predecir el momento en el que se producirá el impacto.

Hay que basarse en la probabilidad de ocurrencia.

**K. CONTINUIDAD:**

- Continuo: cuando los efectos producidos se presentan siempre de forma invariable.
- Discontinuo: cuando los efectos ocasionados sufren variaciones de cualquier tipo y no se manifiestan de forma constante.

**L. PROBABILIDAD:**

- Cierto: se conoce con certeza la aparición de una alteración.
- Probable: la probabilidad de ocurrencia resulta elevada.
- Improbable: la probabilidad de ocurrencia es baja.
- Desconocido: se ignora la probabilidad de ocurrencia de la alteración.

**7.2. METODOLOGIA DE VALORACIÓN**

La valoración de los impactos se ha realizado aplicando un método numérico que considera los atributos de: carácter, importancia del impacto y magnitud o intensidad del impacto.

Se ha aplicado el siguiente modelo para la estimación del impacto:



$$Vi = \pm (Ci \cdot li) / 10$$

Donde:

- Vi= valor del impacto i en una escala  $\pm 0$  a 10.
- + impacto de carácter positivo, de efecto beneficioso.
- -impacto de carácter negativo, de efecto adverso.
- Ci= intensidad de la alteración o cantidad de impacto, según la siguiente escala:
- h= importancia del impacto estimada mediante la siguiente expresión:

$$li = \{(IP-4)/44\} \cdot 10$$

Donde:

- h= importancia del impacto en una escala de 0 a 10.
- IP= importancia del impacto en valor absoluto obtenido según la siguiente expresión:
- IP= E+M+P+R
- E= extensión del impacto, medida según la siguiente escala:
  - Extensión puntual 20
  - Extensión parcial 21
  - Extensión generalizada 22
  - Extensión total 23
- M= plazo de manifestarse el impacto, según la escala:
  - Largo plazo 20
  - Medio plazo 21
  - Inmediato 22
  - Critico 23
- P= persistencia del impacto, según la siguiente escala:
  - Fugaz 20
  - Temporal 21
  - Pertinaz 22
  - Permanente 23
- R= reversibilidad del impacto, según la siguiente escala:
  - Corto plazo 20
  - Medio plazo 21
  - Largo plazo 22
  - Irreversible 23
  - Irrecuperable 24

### 7.3. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN Y DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación, se exponen las tablas resumen con los resultados obtenidos.

A la vista de los resultados obtenidos se observa que, si bien en la fase de construcción abundan los impactos negativos, en la fase de funcionamiento con unas adecuadas medidas correctoras que se indican posteriormente y un plan de vigilancia preciso es posible minimizar los impactos negativos.

Cabe mencionar que como las tres alternativas son similares en cuanto a su procedimiento constructivo, localización y funcionamiento una vez construido el puerto la matriz de impactos es igual para las tres alternativas, ya que los impactos entre ellas no supondrán diferencias significativas.





RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN	Positivo	Negativo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Corto plazo	Medio plazo	Largo plazo	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Mínima	Notable	Simple	Acumulativo	Sinérgico	Certo	Probable	Improbable	Negativo moderado	Negativo compatible	Negativo severo	Negativo crítico	Positivo significativo	Positivo notable	Positivo alto	Positivo muy alto	
1. Impactos de extracción de materiales																														
1.1 De ruidos y vibradores																														
1.2 De la suspensión de materiales																														
1.3 De la modificación de fondos marinos																														
1.4 Afectación al patrimonio cultural																														
1.5 Ocupación del suelo y espacio marítimo																														
2. Impactos derivados del transporte de materiales																														
2.1 De vertidos de materiales																														
3. Impactos derivados del vertido de materiales																														
3.1 De la liberación de los materiales dragados																														
4. Impactos derivados de la construcción de diques																														
4.1 Del tráfico de vehículos pesados																														
4.2 De la ocupación de espacios																														
4.3 De la emisión de ruidos y emisiones																														
4.4 De la ocupación de fondos marinos																														
4.5 De la producción de infraestructuras																														
5. Impactos derivados del relleno																														
5.1 De ruidos y vibraciones																														
5.2 De la emisión de polvo																														
5.3 Del incremento de la turbidez del agua																														
6. Impactos derivados de las obras previas																														
6.1 De la construcción de instalaciones auxiliares																														
6.2 Del acopio de materiales																														
6.3 De la modificación del tráfico																														
7. Impactos derivados del servicio de prevención																														
7.1 Del servicio técnico de seguridad e higiene																														
8. Impactos derivados de la actividad de construcción																														
8.1 Del aumento de volumen de negocio																														
8.2 De la generación de empleo																														
8.3 Del riesgo de accidentes																														
9. Impactos derivados de la infraestructura portuaria																														
9.1 De la construcción de diques y pantalanes																														

## 8. MEDIDAS CORRECTORAS

Se incluye a continuación un resumen de las medidas preventivas y correctoras establecidas por el promotor del proyecto a aplicar durante el desarrollo de las diferentes fases de construcción y funcionamiento del Nuevo Puerto Deportivo de San Vicente de la Barquera.

### 8.1. Medidas de protección del acantilado

Una vez efectuados los replanteos oportunos, se entregará al Director Ambiental una copia de los planos donde figuren las zonas de las superficies del terreno a ocupar por las obras e instalaciones. Se comprobará que el balizamiento para la utilización de la línea de costa y de orilla y espacio intermareal se corresponde exclusivamente con lo señalado por el proyecto, evitando que maquinarias, vertidos, acopios y derrames, etc. afecten a otras zonas adyacentes litorales.

Por otra parte, la dirección de la obra deberá contar con las autorizaciones oportunas para ocupar superficies y zonas de terreno del dominio público marítimo terrestre, tanto para ocupación definitiva como temporal.

### 8.2. Medidas de protección de la calidad del agua

#### 8.2.1. Limitación del riesgo de contaminación por vertido de materiales de dragado.

Se utilizará el material de dragado como material de relleno para la construcción de explanadas si fuera necesario, aunque no está previsto en proyecto, evitándose el vertido en el medio marino o en el terrestre, siempre que cumpla las condiciones exigidas para tal fin.

En caso de que fuera necesaria la gestión de los materiales de dragado en el medio marino, se deberá pedir las autorizaciones según la legislación vigente en la materia. Así mismo, siguiendo las indicaciones recogidas para la gestión de los materiales a dragar, se llevarán a cabo el siguiente conjunto de medidas correctoras y protectoras:



- No podrán utilizarse como zona de vertido las zonas sensibles (arrecifes, zonas de cría o desove, rutas migratorias, fondos con praderas de fanerógamas, etc), o zonas que contengan especies protegidas.
- No se utilizarán como zona de vertido aquellas que puedan poner en riesgo otros usos legales del medio marino: ecosistemas de interés por su productividad, estado de conservación o biodiversidad, caladeros de pesca, cultivos marinos, playas y zonas de recreo, construcciones submarinas (emisarios, cables submarinos, tuberías, etc).
- Es preferible limitar el número de áreas de vertido con el objeto de evitar un uso excesivo (y extensivo) del fondo marino. Cada área deberá utilizarse hasta el máximo posible sin que interfiera con la navegación.
- Los materiales del fondo de la zona elegida para efectuar el vertido serán de características granulométricas parecidas a la de los materiales a dragar. De esta manera se asegura la migración vertical de los organismos bentónicos adaptados a un tipo de sustrato. Nunca se deberá depositar materiales finos o arenosos sobre un fondo rocoso.
- Para los vertidos con contenido alto en materia orgánica se recomienda seleccionar una zona de alta energía o abierta, con elevado índice de renovación de aguas, para evitar que la mineralización de la materia orgánica pueda hacer disminuir la concentración de oxígeno de forma apreciable.
- La biota de la zona de dragado debe ser lo más parecida a la de vertido, evitando de esta manera cambios en los patrones de colonización, favoreciendo la proliferación de especies oportunistas.
- Por otra parte, se deberá evitar la afección a las playas del entorno.
- La profundidad batimétrica será de 20 o más metros.

#### 8.2.2. Control y limitación de los vertidos de la actividad portuaria

Recogida de las aguas residuales de las instalaciones sanitarias en tierra para una gestión apropiada, con el objetivo de reducir el riesgo de eutrofización.

#### 8.2.3. Control de riesgo de contaminación por vertidos en actividades portuarias

La Autoridad Portuaria dispondrá de los medios necesarios para la limpieza de las aguas del Puerto con equipos para la recogida de sólidos e hidrocarburos, sistema de oxigenación y sistema de aplicación de dispersantes. Con estas instalaciones, y cuantas otras sean necesarias, se estará en disposición de cumplir la normativa nacional e internacional vigente sobre contaminación del mar por vertido de productos y materiales de operaciones portuarias, así como aguas sucias y basuras procedentes de barcos.

#### 8.2.4. Control de los vertidos de los materiales de relleno

Se tendrá la prevención de tener los medios adecuados para poder establecer los medios físicos de contención mediante barreras o cortinas antiturbidez para el control de los vertidos. Las cortinas dispondrán de un sistema de boyas de fondeo para lograr un rápido y fácil posicionamiento.

#### 8.3. Medidas de control de ocupación de fondos marinos.

Medidas de protección de las comunidades planctónicas y bentónicas Para el control de los vertidos de los materiales de relleno necesarios para la creación de explanadas y diques se realizarán después de la finalización de la respectiva limitación de los recintos.

Se recomienda la no utilización de explosivos en las tareas de dragado. El quebrantamiento previo de las rocas para su posterior extracción deberá conseguirse por otros medios, tales como caída libre del elemento rompedor, inyección de material de expansión, etc.

#### 8.4. Medidas de protección de la avifauna

Como medida preventiva para limitar las emisiones de ruido, se deberá cumplir las especificaciones de las Directivas comunitarias y estatales en cuanto a niveles de potencia acústica. Estas directivas aportan los niveles máximos de ruido a emitir por las máquinas y fijan la metodología a seguir para medir los valores de potencia acústica.

#### 8.5. Medidas de protección del paisaje

Limpieza de las zonas de obras La Dirección de la obra será responsable de mantener limpias las diferentes zonas en las que se desarrollan los trabajos, así como en sus alrededores si estos se vieran afectados por las mismas. Diariamente se realizará la recogida de todo escombros, residuos producidos de cualquier naturaleza, restos de embalajes, plásticos, cartones, maderas, tierras, etc. que serán convenientemente retirados de la obra y enviados a vertederos e instalaciones para la correcta gestión de los mismos.

Se pondrá especial énfasis en las zonas habitadas junto a la obra, así como por las vías urbanas que sean utilizadas por motivo de la realización de las obras. Finalizado el periodo de construcción, será responsable de desmontar, demoler, limpiar y trasladar a lugar autorizado todos los edificios, cimentaciones, elementos, encofrados y material inútil.

#### 8.6. Medidas relativas a la ocupación de las obras

La zona de ocupación temporal (instalaciones de casetas, oficinas, vestuarios, zonas de acopio de materiales, aparcamientos, etc.,) estarán fuera de la influencia mareal y a una distancia que se minimice el riesgo de que



vertidos accidentales o escorrentías generadas puedan alcanzar el medio marino. Esta medida deberá estar resuelta antes del comienzo de las obras. Además, se deberá señalizar las obras durante su ejecución.

#### **8.7. Medidas para reducir las molestias al turismo**

Se deberá evitar en todo lo posible que las acciones del proyecto más comprometidas se realicen durante el período estival.

#### **8.8. MEDIDAS CONTRA LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA**

Con el objetivo de reducir la contaminación lumínica, se emplearán preferentemente luminarias de baja intensidad y haz concentrado, evitando el empleo de luminarias tipo globo, por lo que las lámparas de las farolas deberán disponer de una lámina protectora que concentre la intensidad lumínica en las inmediaciones de cada punto de emisión, reduciendo al mínimo la iluminación cenital. Este condicionado no es de aplicación a sistemas de iluminación, posicionamiento, etc., relacionados con la legislación y seguridad marítima.

Se reducirá la intensidad de iluminación del alumbrado en el horario nocturno siempre que sea posible.

#### **8.9. Medidas de seguridad**

El proyecto en su redacción final contendrá el correspondiente anejo de seguridad y salud conforme a la legislación vigente en la materia.

El contratista deberá organizar la adecuada señalización de las obras. Se atenderá a las indicaciones que sobre el particular ordene el Servicio de Puertos, y en cuanto al tráfico urbano a las de las autoridades municipales. El contratista será responsable de las condiciones de seguridad en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar las disposiciones vigentes sobre la materia, las medidas que puedan dictar la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes. El contratista deberá establecer un plan que especifique las medidas prácticas de seguridad, teniendo en cuenta el anejo del proyecto sobre seguridad y salud. El contratista realizará la limpieza de todas las vías urbanas, calles, espacios, etc, que por motivos de las obras quedan cubiertas de barro, aceites, hidrocarburos, así como de obstáculos y de cualquier otro tipo de circunstancias que puedan ser motivo o causa de accidentes.

#### **8.10. Medidas de protección del patrimonio**

Durante la realización de las obras de dragado en el medio marino se contará con la presencia de un experto arqueólogo reconocido por la Consejería de Cultura del Gobierno de Cantabria. En caso de producirse el descubrimiento de objetos de valor se comunicará a la Dirección de Obra y a la Consejería de Cultura para proceder conforme a la legislación vigente en la materia.

#### **8.11. Medidas para eliminar la incompatibilidad con otros proyectos**

Se deberán adecuar las construcciones del Nuevo Puerto, a los requisitos del saneamiento, para que se sigan cumpliendo los criterios de diseño.

#### **8.12. Buenas prácticas**

Todos los vehículos de la obra tendrán en vigor la inspección técnica, lo que garantizará que las emisiones de gases y partículas de los motores de combustión interna estén dentro de los límites legales permisibles, y se minimice la emisión de ruido.

Durante la fase de funcionamiento se realizará un mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias, para reducir las emisiones de polvo, gases y ruidos. Se utilizará únicamente maquinaria con distintivo CE indicativo de cumplimiento del Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas al aire libre. Se instruirá y aleccionará al personal de obra para que apaguen los motores de aquellas unidades que no estén trabajando.

Se establecerá, preferentemente, un horario diurno para la ejecución de las obras, evitándose de esta manera la generación de ruidos por las obras durante la noche, período de mayor sensibilidad acústica. Los parques de maquinaria deberán incorporar plataformas completamente impermeabilizadas, con cubetas de recogida, con el fin de evitar la propagación y/o contaminación en caso de fugas y vertidos, para las operaciones de mantenimiento de maquinaria y respostaje.

Prohibición absoluta de realizar vertidos de cualquier tipo de residuo al medio marino durante las obras. Para evitar el desconocimiento de esta medida se deberá dar a conocer la misma a todos los obreros y personal que intervengan en las obras. Los residuos que se generen durante la fase de construcción serán recogidos selectivamente, clasificados y gestionados de manera conveniente.

Los residuos que sean clasificados como tóxicos y peligrosos se almacenarán hasta su gestión por empresa autorizada (el promotor deberá tener contrato en vigor con empresa autorizada previo al inicio de las obras) para este fin en compartimentos estancos, tal manera que no puedan entrar en contacto (ni sus lixiviados) con el suelo ni con las aguas naturales, incluso en caso de fuga.

Los materiales de baja densidad que el viento puede trasladar al medio acuático serán objeto de atención en todo momento para reducir el riesgo de que puedan acceder a las aguas del estuario. Antes del comienzo de la realización de las obras se deberá disponer de un plan para la gestión de los residuos.

Durante la fase de funcionamiento las áreas de almacenamiento de los residuos peligrosos se mantendrán siempre diferenciadas para cada uno de los tipos genéricos de los residuos peligrosos generados en la actividad. Los recipientes o envases conteniendo residuos peligrosos deberán llevar las normas de seguridad establecidas



en el artículo 13 del Real Decreto 833/1988 y permanecerán cerrados hasta su entrega a gestor autorizado en evitación de cualquier pérdida de contenido por derrame o evaporación.

En lo relativo a los residuos no peligrosos generados por la actividad del depósito y sus instalaciones, los envases usados y residuos de envases se entregarán en condiciones adecuadas de separación por materiales a un agente económico (proveedor) para su reutilización en el caso de los envases usados o a un recuperador, reciclador o valorizador autorizado para el caso de residuos de envases.

Se recomienda la implantación del Proyecto Puertos Limpios en fase de explotación. Se trata de un proyecto interregional y transnacional, desarrollado en el marco de la Iniciativa Comunitaria Interreg IIIB SUDOE. Las obras estarán señalizadas y estará prohibido el acceso a las mismas de todo personal ajeno a las mismas.

Se comunicará a la autoridad pertinente el comienzo de las obras, el plan de obras y las medidas de seguridad adoptadas para minimizar los riesgos de accidentes con el tráfico marítimo. Se dispondrán las señalizaciones marítimas necesarias y obligatorias para llevar a cabo las labores de dragado, así como se dispondrá de todos los permisos necesarios para llevar a cabo las obras dentro del medio marítimo.

La draga deberá ceder el paso a cualquier embarcación. El Proyecto constructivo contará con el anexo correspondiente a la Seguridad y Salud Laboral, conforme a la legislación vigente en la materia.

En el caso de utilización de explosivos, el Proyecto constructivo contará con un estudio específico para la determinación de las cargas, etc, cumpliéndose la legislación vigente en la materia. Se implantarán las siguientes medidas de ahorro energético y consumo eficiente de energía:

- Lámparas de vapor de sodio y equipo auxiliar con una eficacia de 100 lum/W.
- Luminarias con mayor rendimiento y lámpara de menor potencia. Sistemas de regulación del nivel luminoso, que permiten reducir los niveles de iluminación en las vías cuando se reduce la actividad en las mismas.
- Reloj astronómico programable en cada cuadro de alumbrado, con el fin de ajustar mejor el encendido/apagado y reducir las horas de encendido.

## 9. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) se considera fundamental para poder controlar y asegurar el cumplimiento y la eficacia del condicionado ambiental de medidas propuestas, así como sus posibles carencias y necesidades. Además, permite controlar la evolución de impactos residuales o la aparición de nuevos impactos no previstos en la EIA, para proceder, en lo posible, a su minimización o eliminación mediante la aplicación de nuevas medidas correctoras o ampliación y/o modificación de las impuestas en la presente DIA.

El PVA es responsabilidad del promotor del proyecto, que nombrará una Dirección Ambiental que será responsable de la ejecución del PVA, así como de la emisión de los informes técnicos de seguimiento, que deberán ser remitidos a la Dirección General de Medio Ambiente, con una periodicidad semestral, al objeto de su análisis y revisión, la cual, a la vista de los resultados podrá introducir nuevas medidas para minimizar los impactos detectados.

Este PVA deberá prolongarse, al menos, durante los cuatro primeros años de la fase de funcionamiento. En estos informes deberá quedar reflejado el grado de cumplimiento e idoneidad del condicionado ambiental de medidas establecido en la presente DIA. Así mismo, estos informes deberán contemplar si, en vista del desarrollo del proyecto, procede la aplicación de nuevas medidas para la minimización del impacto. Este PVA deberá incluir, además de los aspectos e indicadores recogidos en el PVA que incluye el EsIA presentado por el promotor del proyecto, el siguiente conjunto de controles:

- Comprobación del adecuado balizamiento y señalización de las distintas zonas de obras durante toda la fase de construcción con la finalidad de optimizar el espacio ocupado por el proyecto. Se realizará un control previo al inicio de las obras y una verificación mensual durante toda la fase de construcción.
- Revisión de la adecuada restauración de las distintas zonas ocupadas por las obras, una vez finalizada la ocupación.
- Realización de las comprobaciones y medidas de control necesarias que permitan determinar la calidad del aire durante la fase de construcción, así como la adecuada aplicación de las medidas correctoras para evitar el incremento de sólidos en suspensión. Estas medidas serán semanales durante la fase de ejecución del proyecto, excepto en los períodos secos y el período estival (meses de julio-septiembre), donde la periodicidad deberá ser menor, y se realizarán mediante una inspección visual.
- Evaluación de los efectos de los trabajos de dragado, vertidos, y en general cualquier obra que pueda ocasionar afección sobre las aguas de la ría de San Vicente de la Barquera. Para ello, se realizarán las siguientes actuaciones y análisis:
  - Inspecciones diarias de la presencia de materiales sólidos y/o líquidos en la zona de obras y en la ría de San Vicente de la Barquera.
  - Medidas mensuales de la transparencia de las aguas mediante el empleo del disco Secchi o similar, en las proximidades del puerto, coincidiendo con las fases de pleamar.
  - Control de la calidad del agua mediante una analítica semestral durante la fase de ejecución y al menos durante los dos años después de la finalización del proyecto de puerto, tanto durante la ejecución de la obra como en la ejecución de los dragados de mantenimiento.
  - Los materiales dragados serán sometidos al menos a una analítica de los siguientes parámetros, de forma que a la vista del resultado pueda determinarse el destino final de estos materiales, siguiendo las recomendaciones del CEDEX:
    - granulometría (curva granulométrica, % finos, D50)





- metales pesados (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ar, Ni)
- materia orgánica
- PCB
- Durante la fase de obras, se deberán realizar al menos dos estudios de seguimiento de las comunidades bentónicas (censos de verano), así como el seguimiento de las poblaciones de fitoplancton y zooplancton junto con la cuantificación de la producción primaria (muestreos en primavera y otoño). Estos muestreos se llevarán a cabo en una zona localizada en la ría de San Vicente de la Barquera, próxima al puerto, y otra tras el Puente de la Maza. Estos estudios deben reflejar los distintos estados de conservación y desarrollo que se puedan manifestar dentro del área de estudio, y se realizarán preferentemente mediada la fase de ejecución y previa a la finalización de esta fase. Se incluirá así mismo un seguimiento de la evolución del bentos y el plancton durante la fase de funcionamiento, mediante al menos dos estudios realizados durante los dos primeros años posteriores a la finalización de la ejecución del puerto en las mismas estaciones y con las mismas condiciones.
- Seguimiento de la evolución de la avifauna en el entorno de la ría de San Vicente de la Barquera (censos en invierno y primavera), durante el desarrollo de las obras y durante los dos años siguientes tras la puesta en funcionamiento del puerto deportivo.
- Realización de mediciones del ruido ambiental en fase de obras en el área del nuevo puerto y en la zona de nuevas instalaciones a ubicar en la Barquera, con carácter mensual, mediante el empleo de sonómetros.

Este conjunto de controles deberá contrastarse con los realizados durante la campaña preoperacional. Con la finalidad de poder realizar un seguimiento ambiental del Plan de Vigilancia Ambiental, se deberán localizar mediante coordenadas UTM las distintas estaciones de medida y muestreo incluidas en el presente PVA, así como cualquier otra información que pueda resultar suficiente para localizar estas estaciones. Las propuestas de ubicación serán efectuadas por el Director Ambiental de las obras y deberán ser revisadas y aprobadas por la Dirección General de Medio Ambiente.

Asimismo se deberá valorar globalmente el funcionamiento del ecosistema y su evolución desde la situación inicial, prestando especial atención a posibles cambios hidrodinámicos y ecológicos de las marismas de Pombo y de Rubín (seguimiento anual), a la calidad físicoquímica de las aguas del medio estuarino y marino (mediciones semestrales), así como a las alteraciones en el equilibrio de erosión/sedimentación derivadas de los dragados y las infraestructuras portuarias. Se deberán definir medidas concretas a acometer en caso de sobrepasarse los valores umbrales de los indicadores establecidos en el Plan de Vigilancia Ambiental presentado por el promotor, así como el correspondiente calendario de actuaciones.





## ANEJO Nº17: PLAN DE OBRA



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 3

2. CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE ABRIGO ..... 3

3. DRAGADO..... 3

4. NÚCLEO Y MANTOS ..... 4

5. SUPERESTRUCTURA ..... 5

6. PLAN DE OBRA ..... 6

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Tipo de draga en función del terreno..... 3

Imagen 2: ventajas e inconvenientes de las dragas en roca ..... 4



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se presenta un programa de trabajos que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de los principales capítulos de la obra.

Responde a un planteamiento de desarrollo ideal de la obra, que puede verse alterado en la práctica por múltiples factores. Para prever estas contingencias se han considerado unas holguras razonables en las actividades y los rendimientos también permiten un cierto grado de demoras por imprevistos.

Por estos motivos, el presente programa debe ser tomado a título orientativo, pues su fijación a nivel de detalle corresponderá al adjudicatario de la obra, habida cuenta de los medios con los que cuente y el rendimiento de los equipos, que lógicamente deberá contar con la aprobación de la Dirección de Obra.

## 2. CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE ABRIGO

Está previsto el comienzo al segundo mes. El núcleo del dique principal se comenzará a rellenar con gánguil y posteriormente se seguirá con el relleno con medios terrestres. La colocación de cada manto irá siguiendo el avance del núcleo. Se ejecutará un sobre ancho en las secciones que se considere para que los camiones puedan dar la vuelta. Por último, se construirá el espaldón, y constituirá el final de la obra.

El núcleo del contradique se comenzará a construir con el gánguil cuando éste termine de rellenar en el dique. A continuación.

Para los bloques se utilizarán 50 encofrados. Se procederá a su desencofrado tras una espera de 1 o 2 días para un endurecimiento mínimo del hormigón, mientras que la espera para su colocación será de un mínimo de 7 días para que el hormigón alcance la resistencia mínima para su manipulación.

De ésta forma, se tardarían nueve meses en colocarlos todos, solapándose esta actividad con la de colocación de la escollera.

## 3. DRAGADO

La adecuada elección de los equipos y de los procedimientos de dragado viene determinada por los siguientes aspectos:

En cuanto al terreno, se clasifican a efectos de dragado en:

- Terrenos sueltos
- Arcillas
- Rocas blandas
- Rocas duras

Homogeneidad del terreno: Los estratos de materiales que presentan distinta dureza y espesor, así como la existencia de grandes bolos o lajas cementadas en el seno de terrenos granulares, son determinantes de la elección de los equipos de dragado y de los rendimientos que se consiguen.

Calados: Los terrenos que hay que dragar se pueden encontrar a distintas profundidades:

- Emergidos permanentemente o durante la bajamar.
- A profundidades pequeñas (hasta 5 m). - A profundidades medias (entre 5 y 25 m).
- A profundidades grandes (mayores de 25 m)

La tabla siguiente relaciona la naturaleza del terreno con las posibles dragas a emplear:

NATURALEZA DEL TERRENO	TIPO DE DRAGA					
	CUCHARA	PALA	ROSARIO	SUCCIÓN ESTACIONARIA	SUCCIÓN ESTACIONARIA CUTTER	SUCCIÓN EN MARCHA
Arena compacta		X	X		X	X
Arena suelta			X	X	X	X
Arena fangosa	X		X	X		X
Fangos	X		X	X		X
Arcilla suelta	X		X		X	
Arcilla plástica	X	X	X		X	
Arcilla compacta		X	X		X	
Arena con grava	X	X	X		X	X
Rocas sin voladura		X	X		X	
Rocas (previa voladura)	X	X	X			

Imagen 1: Tipo de draga en función del terreno

A continuación se muestran las ventajas y los inconvenientes de las tres dragas que servirían para el terreno de roca sin voladura: la pala, la draga de rosario y la draga de succión estacionaria con cortador o cutter.



DRAGAS DE SUCCIÓN		
	VENTAJAS	INCONVENIENTES
DRAGAS ESTACIONARIAS CON CORTADOR	Gran variedad de modelos	Hs < 1 m
	Alto rendimiento	Requieren instalar tubería
	Versátiles en cuanto al tipo de terreno	Retirar tubería Hs > 2 m
	Bajo coste	
	Adecuadas para verter en recinto	
DRAGAS DE PALA	Requieren poco calado	Hs < 1 m
	Pueden trabajar en zonas muy localizadas	Alto coste
	Pueden trabajar en las proximidades de estructuras	Pocas unidades
	Pueden dragar en terrenos emergidos abriendo canal	
	Versátiles en cuanto al tipo de terreno	
	Muy aptas para dragados en zanja	
	Facilidad para instalar barreras anticontaminantes	
DRAGAS DE ROSARIO	Alta precisión	Hs ≤ 1 m
	Versátiles en cuanto al tipo de terreno	Operación de montaje lenta (varios días)
	Aptas para dragados en zanja	Existen pocas unidades
	Enrasan banquetas	Requieren calado mínimo aproximado de 6 m
		Son muy ruidosas

Imagen 2: ventajas e inconvenientes de las dragas en roca

Debido al alto coste que presentan las dragas de pala y las dragas de rosario, se optará por una draga de tipo estacionario con cortador o cutter.

Dichas dragas realizan el dragado a través de una tubería instalada sobre una estructura rígida. La eficacia de las dragas se aumenta con la instalación de un cortador en el extremo de la tubería de succión. El peso de la tubería de succión y de la escala presiona el cortador contra el terreno, lo que unido al giro del cortador accionado por un motor, disgrega el material, que es succionado por la tubería.

El material que se draga es reimpulsado y dirigido a través de tubería al lugar de vertido; excepcionalmente, se puede verter a gánguil mediante difusores. En el mercado hay gran número de dragas de cortador de tamaños y potencias muy distintas. Desde las más pequeñas, adecuadas para dragar en las presas y en los ríos, hasta las más grandes, que con una potencia que puede alcanzar 28.000 Kw son capaces de dragar rocas de 50 MPa de resistencia a compresión simple e impulsar el material a través de tubería a una distancia de 25 Km.

Sus principales características son:

- Profundidades de dragado hasta 30 m, a pesar de que en el puerto de San Vicente de la Barquera no se vería limitada por este aspecto, ya que los calados máximos son de 12 m.
- Tienen un calado en torno a 3 m y son capaces de dragar terrenos emergidos abriendo canal.
- Son muy adecuadas para dragar en dársena y rellenar recintos.
- Las tuberías de impulsión pueden ir sumergidas, esto es, apoyadas en el fondo, por lo que no interfieren con la navegación.
- Son muy versátiles en cuanto al tipo de materiales a dragar: materiales sueltos, arcillas y rocas blandas.

El gran número y variedad de dragas de succión que existen en el mercado hace que sus rendimientos oscilen entre 500 y 100.000 m3 /día. Puesto que el terreno a dragar consiste en roca sin voladura prevista, se tomará como rendimiento medio 1.000 m3/día.

4. NÚCLEO Y MANTOS

Los equipos marítimos que se pueden utilizar para colocar el material del núcleo y de los mantos se relacionan a continuación y presentan las siguientes características:

SUMINISTRO DE MATERIAL .....	500 t/h
VELOCIDAD MEDIA GÁNGUIL EN CARGA .....	4 NUDOS
DISTANCIA DE VERTIDO.....	8 MILLAS
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO Y DESCARGA.....	0,4 HORAS
VELOCIDAD MEDIA GÁNGUIL EN LASTRE.....	5 NUDOS



De la tabla anterior se deduce que se puede obtener un rendimiento teórico de 150 t/h con 1 gánguil con capacidad de carga no inferior a 1.000 t. En vertidos bien dimensionados se pueden obtener rendimientos reales que oscilan entre el 70% y el 80% de los teóricos.

En ocasiones, es adecuado disponer de acopios en las proximidades del muelle de carga de los gánguiles para independizar, en cierta medida, el suministro del material y el funcionamiento de los gánguiles. El suministro del material puede estar sometido a restricciones horarias y el trabajo de los gánguiles está condicionado por el clima marítimo.

Se estudiará para cada caso la secuencia de colocación, teniendo en consideración los aspectos que se detallan a continuación:

- La colocación se debe iniciar, necesariamente, por el núcleo.
- Es conveniente extender el núcleo en tongadas cuyos espesores no sean superiores a 5 m y proteger los taludes con los distintos mantos a la mayor brevedad posible. Se determinará, para las distintas profundidades, la(s) capa(s) de manto requerida(s) para proteger el núcleo de la acción del oleaje.

La colocación de los mantos de protección del núcleo se debe hacer a la mayor brevedad posible al objeto de: - Reducir la superficie del núcleo sometida a la agitación producida por el oleaje para disminuir los daños en caso de temporal. La forma más adecuada de proteger el núcleo del dique de la acción del oleaje es mantener el mínimo desfase entre el avance del núcleo y la construcción del espaldón.

Los diques se encuentran sometidos a las acciones del oleaje y durante su construcción existen partes de los mismos desprotegidas, que carecen de los mantos de protección en su totalidad y, por tanto, su capacidad para soportar la acción del oleaje es sensiblemente inferior a la que presenta el dique terminado.

La necesidad de trabajar en un escenario en el que el oleaje incida directamente sobre el núcleo puede obligar a que tanto las partes emergidas como las situadas en profundidades someras deban ser construidas en períodos de calma.

Para los bloques de hormigón, se colocarán de forma individualizada con grúa, para lo cual se estima un rendimiento de un bloque cada 30 minutos.

La secuencia de trabajos será la siguiente:

- 1.º Los gánguiles descargan el material del núcleo en la zona inmediata al frente de avance.
- 2.º Con un tractor o pala cargadora, se empuja el material que habitualmente queda colocado con un talud entre 1,1:1 y 1,3:1.
- 3.º Con una retroexcavadora se rectifican los taludes hasta conseguir, dentro del alcance de la máquina, los taludes del Proyecto.
- 4.º A continuación, las partes del talud que no han podido ser rectificadas con la retroexcavadora se completan colocando el material con una bandeja accionada por una grúa o vertiéndolo desde un gánguil.
- 5.º Tras comprobar la correcta colocación del núcleo se actúa de forma análoga con las siguientes capas del manto mediante el transporte en camión del material.

La separación entre las zonas de colocación de las distintas capas debe ser la menor posible, siendo conveniente que la distancia entre ellas no sea mayor que la longitud de dique que se construye, de forma que en 7 días - período de tiempo que abarcan las previsiones sobre clima marítimo- el dique pueda quedar protegido.

## 5. SUPERESTRUCTURA

La construcción de los espaldones, o al menos de parte de ellos, debe acometerse cuando los asientos de la superficie de apoyo del espaldón estén estabilizados. Esta estabilización de los asientos requiere un mayor plazo cuando el terreno sobre el que se construye el dique es altamente deformable.

Los rendimientos que se pueden obtener en la construcción de los espaldones son:

- En la losa inferior y en la parte central del espaldón se puede llegar a conseguir una puesta de 15 metros diaria.
- En la parte superior del espaldón cada puesta suele requerir dos días

Transcurridos tres o cuatro días del hormigonado, y una vez liberado el encofrado, se procederá a completar los mantos de protección de escollera que se deben apoyar en el espaldón.





## 6. PLAN DE OBRA

		MESES																							
ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ACCESOS Y REPLANTEO																									
PLANTA DE BLOQUES DE HORMIGÓN																									
DRAGADO																									
DIQUE	NÚCLEO																								
	ESCOLLERA																								
	BLOQUES DE HORMIGÓN																								
	ESPALDÓN																								
CONTRADIQUE	NÚCLEO																								
	ESCOLLERA																								
	BLOQUES DE HORMIGÓN																								
	ESPALDÓN																								
ILUMINACIÓN																									
SEGURIDAD																									



## ANEJO Nº18: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA



**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	CATEGORÍAS.....	3
3.	CLASIFICACIÓN DE GRUPOS Y SUBGRUPOS.....	3
4.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de la Ley 30/2007, 30 Octubre de contratos de la Ley de contratación de obras públicas, para poder contratar con las Administraciones Públicas contratos de obras por importe igual o superior a los 500.000 €, es necesario estar en posesión de la clasificación como contratista de obras.

## 2. CATEGORÍAS

En el artículo 26 de esta misma Ley se detallan las categorías de clasificación posibles, según la cual, las categorías de los contratos de obras, determinadas por su anualidad media, a las que se ajustará la clasificación de las empresas serán las siguientes:

- De categoría 1 cuando su anualidad media no sobrepase la cifra de 150.000 euros.
- De categoría 2 cuando la citada anualidad media exceda de 150.000 euros y no sobrepase los 360.000 euros.
- De categoría 3 cuando la citada anualidad media exceda de 360.000 euros y no sobrepase los 840.000 euros.
- De categoría 5 cuando la anualidad media exceda de 2.400.000 euros y no sobrepase los 5.000.000 euros.
- De categoría 6 cuando exceda de 5.000.000 euros.

La anualidad media se determinará de la siguiente manera = presupuesto base de licitación x 12 /plazo ejecución de la obra (en meses).

## 3. CLASIFICACIÓN DE GRUPOS Y SUBGRUPOS

Según los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, a los efectos previstos en el artículo 25 de la Ley, el grupo de aplicación con sus correspondientes subgrupos será el siguiente:

Grupo F) Marítimas

- Subgrupo 1: Dragados.
- Subgrupo 2: Escolleras.
- Subgrupo 3: Bloques de hormigón.

## 4. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

A continuación, se evalúa el presupuesto de ejecución material de cada uno de los posibles subgrupos comparándolo con el presupuesto de ejecución material total. Si dicho presupuesto parcial supera el valor del 20% del PEM, entonces es subgrupo:

PEM = 20.139.718,15€, siendo el 20% del PEM = 4.027.943,63 €

- Subgrupo 1) PEM Dragados= 1.570.800€, luego no es subgrupo.
- Subgrupo 2) PEM Escolleras = 939.549,32 €, luego no es subgrupo.
- Subgrupo 3) PEM Bloques de hormigón = 5.014.611 €, luego es subgrupo.

Subgrupo 3) Con bloques de hormigón

- PEM Bloques de hormigón 5.014.611 €
- 13% Gastos generales 651.899,43
- 6% Beneficio industrial 300.876,66
- Subtotal 952.776,09€
- 21% IVA 1.253.151,29€
- **Total 7.220.538,379 €**

En el programa de trabajos, se estima el tiempo total empleado en la construcción de bloques de hormigón en 14 meses, incluyendo tanto la fabricación de los bloques una vez terminado el relleno de la planta, como la colocación de los mismos en la obra.

La anualidad media es por tanto:

**(7.220.538,379 €)/14·12=6.189.032,9€**

Corresponde por tanto a la categoría 6, ya que la anualidad media es superior a cinco millones de euros. La clasificación resulta finalmente:

**Grupo F, Subgrupo 3, Categoría 6**



## ANEJO Nº19: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN..... 2

2. LISTADO DE JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS ..... 2

3. MANO DE OBRA ..... 2

3.1. Indemnizaciones por finalización del contrato..... 3

3.2. Desgaste de la herramienta, dietas y kilometraje ..... 3

3.3. Coste de la mano de obra ..... 4

4. COSTE DE MAQUINARIA ..... 5

5. MATERIALES A PIE DE OBRA ..... 5

6. COSTES INDIRECTOS..... 5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: coste horario del capataz .....4

Tabla 2: coste horario de oficial 1º.....4

Tabla 3: coste horario ayudante.....4

Tabla 4: coste horario de peón.....4

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Tabla salarial de retribución mensual en Cantabria, año 2018..... 2

Imagen 2: Tabla salarial de retribución diaria en Cantabria, año 2018. .... 3

Imagen 3: Tabla salarial de indemnizaciones, año 2018..... 3

Imagen 4:importe por desgaste de herramienta, dietas y kilometraje. Año 2018 ..... 4



1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas se redacta el presente Anejo, que tiene por objeto la determinación de los precios de las distintas unidades de obra que figuran en los diferentes cuadros de precios y que son los que han servido de base para la determinación del Presupuesto total de la obra.

Para la obtención de dichos precios, se han dividido éstos en coste directo y coste indirecto. El coste directo es aquel que interviene directamente en la ejecución de cada unidad de obra y está constituido por la mano de obra, la maquinaria y los materiales. Se considerarán costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

El coste indirecto es aquel que se deriva de la ejecución de la obra pero no es imputable a una unidad concreta y se expresará como porcentaje del coste directo.

2. LISTADO DE JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

A continuación se adjunta una relación de los costes correspondientes a la mano de obra, maquinaria, materiales y los precios descompuestos de las unidades de obra del proyecto. Todas estas unidades de obra son objeto de medición y abono en el presupuesto. La codificación de las unidades de obra es la misma para la justificación de precios, mediciones, cuadros de precios y presupuesto.

3. MANO DE OBRA

Los costos horarios de las categorías profesionales correspondientes a la mano de obra directa, que intervienen en los equipos de personal que ejecutan las unidades de obra, se han evaluado de acuerdo con los salarios bases del convenio sindical colectivo vigente.

La fórmula que dispone la última de las órdenes MM., para el cálculo de los costos horarios es:  $C = 1,40 A + B$

Siendo:

- C = en euros/hora, el coste diario del personal.
- A = en euros/hora, la base de cotización al régimen de la Seguridad Social y Formación Profesional vigentes.
- B = en euros/hora, la cantidad que complementa el coste horario y recoge los pluses del Convenio Colectivo, Ordenanza Laboral, normas de obligado cumplimiento y pluses y gratificaciones voluntarias no comprendidas en el coeficiente k, que se toma en la fórmula como 1,4.

A continuación se presenta la tabla salarial para el Sector de la Construcción de Cantabria para el año 2018:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN MENSUAL - AÑO 2018 (2% sobre tablas de 2017)						
Niveles	S. Base 11 meses	P.Convenio 11 meses	Vacaciones 33 días	Paga de Verano	Paga de Navidad	Computo Anual
II - Titulado Superior	1.689,81	704,43	2.115,12	2.182,44	2.182,44	32.816,64
III- Titulado Medio	1.235,10	597,96	1.714,77	1.778,65	1.778,65	25.435,73
IV - Jefe de personal	1.029,10	517,34	1.603,61	1.661,42	1.661,42	21.937,29
V - Jefe Adm. 2º	1.024,15	434,30	1.573,37	1.608,06	1.608,06	20.832,44
VI - Ofic. Adm. 1º	1.024,04	391,45	1.572,01	1.583,56	1.583,56	20.309,52
VII - Delineante 2º	994,40	391,45	1.484,78	1.527,68	1.527,68	19.784,49
VIII - Ofic. Adm. 2º	977,80	391,45	1.469,12	1.516,36	1.516,36	19.563,89
IX - Auxiliar Adm.	945,66	391,45	1.396,47	1.448,69	1.448,69	19.002,06

Imagen 1: Tabla salarial de retribución mensual en Cantabria, año 2018.



TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2018 (2% sobre tablas de 2017)						
Niveles	S. Base 332 días	P.Convenio 217 días	Vacaciones 33 días	Paga de Verano	Paga de Navidad	Computo Anual
VI-Encargado,J. Taller	33,94	19,80	1.577,72	1.583,56	1.583,56	20.309,52
VII – Capataz	32,94	19,80	1.496,43	1.527,69	1.527,69	19.784,49
VIII - Ofc. 1 de Oficio	32,40	19,80	1.477,77	1.516,36	1.516,36	19.563,89
IX - Ofc. 2 de Oficio	31,33	19,80	1.399,60	1.452,15	1.452,15	19.002,06
X - Ayte. de Oficio	30,39	19,80	1.365,09	1.416,65	1.416,65	18.584,47
XI - Peón Especialista	30,28	19,80	1.328,24	1.396,79	1.396,79	18.471,38
XII - Peón Ordinario	30,04	19,80	1.274,87	1.352,66	1.352,66	18.250,07

Excepcionalmente, durante el año 2018, los 33 días de vacaciones serán retribuidos en la cantidad que figura en la correspondiente casilla de las tablas salariales, según establece el calendario laboral para ajustar la jornada anual a 1.736 horas.

Imagen 2: Tabla salarial de retribución diaria en Cantabria, año 2018.

3.1. Indemnizaciones por finalización del contrato

En el convenio de la Construcción se fijan unas cantidades en función de indemnizaciones por extinción de contrato, que se pagarán por día natural de permanencia en la empresa. Se ha tomado la indemnización correspondiente a contratos de obra o duración determinada y, aplicándose únicamente a las categorías inferiores (Nivel IX y posteriores). Dichas cantidades para el año 2018 se fijan en las siguientes:

RETRIBUCIÓN DIARIA			RETRIBUCIÓN MENSUAL		
NIVELES		7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad	NIVELES		7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad
VI Encargado		3,89	II Titulado superior		6,28
VII Capataz		3,79	III Titulado medio		4,89
VIII Oficial de 1º		3,74	IV Jef. Personal		4,19
IX Oficial de 2º		3,64	V Jef. Adm. 2ª		3,99
X Ayte. Oficial		3,55	VI Of. Adm. 1ª		3,89
XI Peón Espec.		3,53	VII Delineante		3,79
XII Peon Ordina.		3,50	VIII Of. Adm. 2ª		3,74
TRAB. FORMACIÓN 4,5%			IX Aux. Adm.		3,64
XIII Trab. Form (1)		1,41	<div>NOTA: En los dos supuestos, estas indemnizaciones se pagarán por día natural de permanencia, no computándose los días de baja de enfermedad, accidente o ausencias.</div>		
XIII Trab. Form (2)		1,64			
XIII Trab. Form (3)		1,99			
XIII Trab. Form (4)		2,21			
XIII Trab. Form (5)		2,34			

Imagen 3: Tabla salarial de indemnizaciones, año 2018.

3.2. Desgaste de la herramienta, dietas y kilometraje

En su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, una cierta cantidad, fijándose para el año 2018, en las siguientes cantidades:



DESGASTE DE HERRAMIENTA

NIVELES	IMPORTE
ALBAÑILES Oficiales de 1º y 2º	2,21
ALBAÑILES Ayudantes	2,00
CARPINTEROS Oficiales de 1º y 2º	3,61
CARPINTEROS Ayudantes	2,72
ENCOFRADORES Oficiales 1º y 2º	2,72
ESCAYOLISTAS	2,00
ESCAYOLISTAS Ayudantes	1,38
MARMOLISTAS	2,21

DIETAS Y KILOMETRAJE

Dieta completa .....	33,87
Media dieta.....	11,09
Kl. ....	0,26

Imagen 4:importe por desgaste de herramienta, dietas y kilometraje. Año 2018

En el artículo 78 del convenio se consideran 33,87 €/día correspondiente a dieta completa para las categorías VI, VII y VIII, y 11,09 €/día en concepto de media dieta para las restantes categorías. Dichas cantidades se abonarán por días de trabajo efectivo.

3.3. Coste de la mano de obra

A continuación se muestra el coste horario por operario teniendo en cuenta los anteriores costes. Los costes por operario serán por lo tanto los que se muestran en las tablas a continuación:

CAPATAZ

Conceptos retributivos (A)	19784.49 €/año
Extrasalariales (B)	12457.45 €/año
Dieta completa	12362.55 €/año
Kilometraje	94.90 €/año
1.4 A + B	40155.74 €/año
	1736.00 h/año
Coste horario	23.13 €/h

Tabla 1: coste horario del capataz

OFICIAL 1º

Conceptos retributivos (A)	19563.89 €/año
Extrasalariales (B)	12457.45 €/año
Dieta completa	12362.55 €/año
Kilometraje	94.90 €/año
1.4 A + B	39846.90 €/año
	1736.00 h/año
Coste horario	22.95 €/h

Tabla 2: coste horario de oficial 1º

AYUDANTE

Conceptos retributivos (A)	18584.47 €/año
Extrasalariales (B)	4142.75 €/año
Dieta completa	4047.85 €/año
Kilometraje	94.90 €/año
1.4 A + B	30161.01 €/año
	1736.00 h/año
Coste horario	17.37 €/h

Tabla 3: coste horario ayudante

PEÓN

Conceptos retributivos (A)	18471.39 €/año
Extrasalariales (B)	4142.75 €/año
Dieta completa	4047.85 €/año
Kilometraje	94.90 €/año
1.4 A + B	30002.69 €/año
	1736.00 h/año
Coste horario	17.28 €/h

Tabla 4: coste horario de peón



4. COSTE DE MAQUINARIA

Para la deducción de los diferentes costes de la maquinaria y útiles se han seguido los criterios del manual de Costes de Maquinaria elaborado por el Grupo de Empresas de Obras Públicas SEOPAN, que tiene como documento base el “Manual para el cálculo de costes de maquinaria y útiles” publicado por la Dirección General de Carreteras de 1.964, conservando todos los conceptos válidos actualmente y mo

dificando sólo aquellos que por el tiempo transcurrido han quedado anticuados.

El coste directo de la maquinaria se descompone en el coste intrínseco más el complementario:

$$C_d = C_i + C_c$$

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Maquinaria	Precio/u
GANGUIL AUTOPROPULSADO DE 150 M3	172
GRÚA SOBRE ORUGAS DE 200m.T	131,9
RETROEXCAVADORA GRANDE CON GARRA PRENSORA	112,7
BOMBA DE HORMIGÓN S/CAMIÓN. 120 M3/H Y PLUMA DE 24 M	105,09
GRÚA AUTOPROPULSADA S/RUEDAS DE 12 T	57,3
BULLDOZER DE TAMAÑO PEQUEÑO	40
PALA CARGADORA SOBRE NEUMÁTICOS	35,56
CAMIÓN BASCULANTE 12 M3	33
FUERA BORDA 4 m DE 11 KW	25,08
COMPRESOR MÓVIL DE 7 A 10 M3/MIN	19,05
GRUPO ELECTRÓGENO DE 1500 RPM Y 100 KVA	11,95
EQUIPO DE CHORREADO PARA LIMPIEZA DE HORMIGÓN	10,26
VIBRADOR Ø 56 MM	1,74

5. MATERIALES A PIE DE OBRA

Para el cálculo de los costes horarios se ha utilizado la Orden Ministerial de 21 de mayo de 1979, publicada en el B.O.E. nº 127 del 28 de Mayo del mismo año, (modifica la Orden Ministerial 14 marzo 1969). Donde se expresa que el precio de los materiales a pie de obra, por tratarse de materiales cuyo suministro a pie de obra responde a Precios de uso y conocimiento general de la zona en que se hallan lasobras.

Material	Precio/u	u
AMORTIZACIÓN DE PUNTAL METÁLICO Y TELESCOPIO DE 5 M Y 150 USOS	0,2	UD
TABLÓN MADERA DE PINO PARA 10 USOS	0,39	M2
MATERIALES AUXILIARES PARA ENCOFRAR	1,05	KG
AMORTIZACIÓN DE TABLÓN DE MADERA DE PINO DE 22 MM PLANO PARA 10	1,24	M2
DESENCOFRANTE	1,8	L
PANEL METÁLICO PLANO PARA 40 USOS	2,1	M2
MATERIAL NATURALEZA NO PETREA	5	m³
MATERIAL NATURALEZA PETREA	5	m³
RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS	8	m³
TODO UNO DE CANTERA SELECCIONADO SIN FINOS	8,03	m³
ESCOLLERA	15	m³
HM-30/B/IIIa	57,76	M3
HORMIGÓN HM-30/B/40/I+QC	65,02	M3

6. COSTES INDIRECTOS

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquellos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

En aquellos casos en que oscilaciones de los precios imprevistas y ulteriores a la aprobación de los proyectos resten actualidad a los cálculos de precios que figuran en sus presupuestos podrán los órganos de contratación, si la obra merece el calificativo de urgente, proceder a su actualización aplicando un porcentaje lineal de aumento, al objeto de ajustar los expresados precios a los vigentes en el mercado al tiempo de la licitación.





Los órganos de contratación dictarán las instrucciones complementarias de aplicación al cálculo de los precios unitarios en los distintos proyectos elaborados por sus servicios.

La determinación de los costes indirectos se efectúa según lo prescrito en el Artículo 130 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

$$K = K1 + K2$$

- K2, relativo a imprevistos, se fija en el 1% de acuerdo al Real Decreto 1098/2001.
- K1, se obtiene como porcentaje de los costes indirectos respecto a los directos

Por lo tanto de acuerdo con los criterios de la O.M. el valor del precio de ejecución material de una unidad para obra marítima contratada por un organismo público es de:

$$PU = (1 + 8/100) * Cu = 1.08 * Cu$$



## ANEJO Nº20: PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN ..... 3

**1. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN**

El presupuesto para conocimiento de la Administración del presente proyecto asciende a la cantidad de: VEINTIOCHO MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL CIENTO OCHENTA EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS. (28.999.180,17 €).



## DOCUMENTO Nº2: PLANOS





## ÍNDICE DE PLANOS

---

PLANO Nº01: LOCALIZACIÓN

PLANO Nº02: BATIMETRÍA

PLANO Nº03: PLANTA

PLANO Nº03': UBICACIÓN DE LAS SECCIONES

PLANO Nº04: PERFIL LONGITUDINAL DEL DIQUE

PLANO Nº05: PERFIL LONGITUDINAL DEL CONTRADIQUE

PLANO Nº06: PERFIL LONGITUDINAL DEL DIQUE INTERIOR

PLANO Nº07: SECCIÓN DIQUE 1

PLANO Nº08: SECCIÓN DIQUE 2

PLANO Nº09: SECCIÓN DIQUE 3

PLANO Nº10: SECCIÓN DIQUE INTERIOR

PLANO Nº11: SECCIÓN CONTRADIQUE

PLANO Nº12: SECCIÓN MORRO DIQUE

PLANO Nº13: SECCIÓN MORRO CONTRADIQUE



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
LOCALIZACIÓN

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

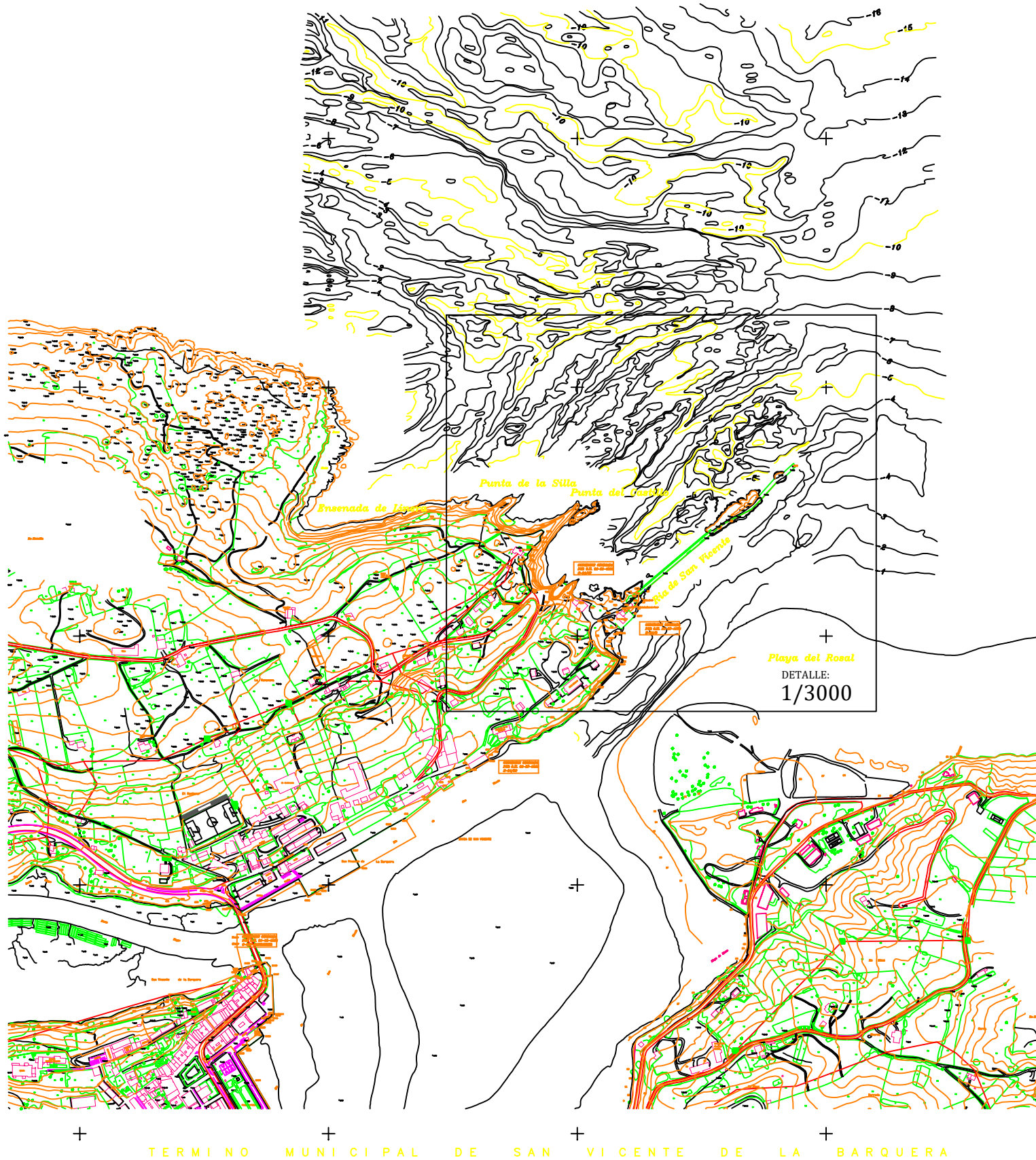
ESCALA:  
1/

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018

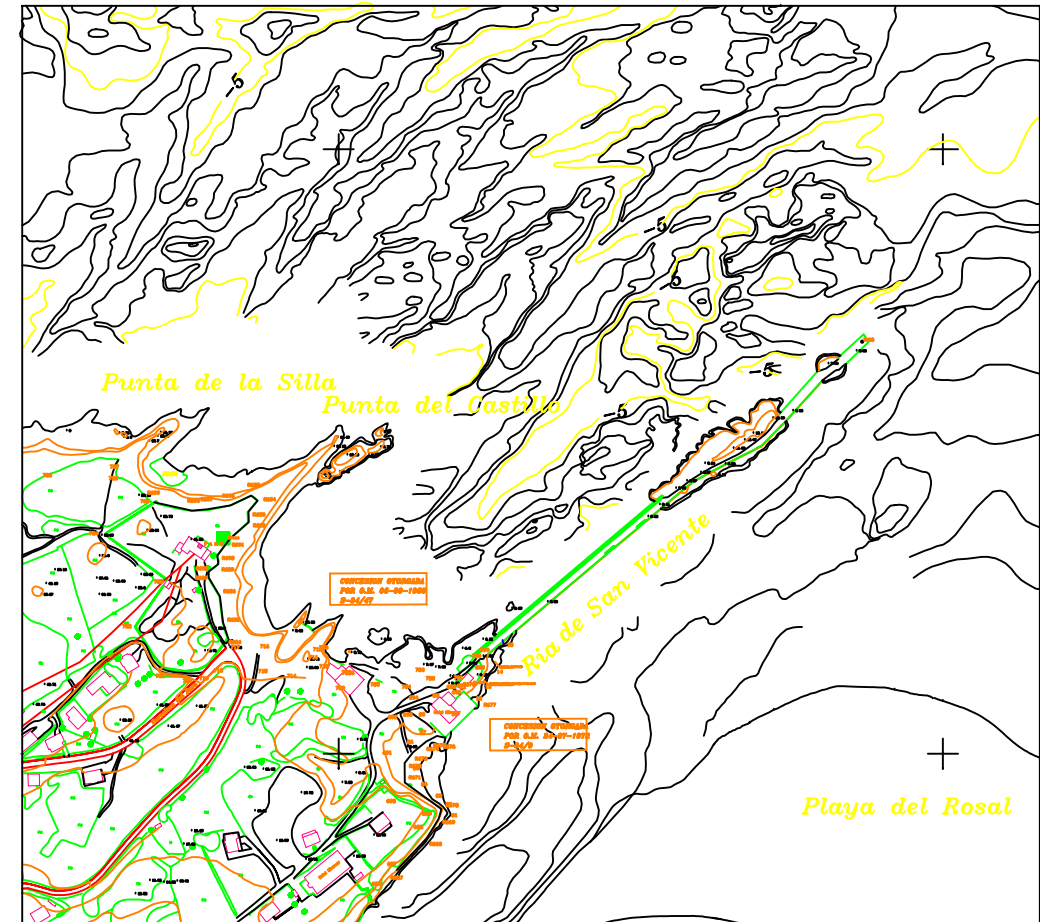


NÚMERO DE PLANO:  
1





DETALLE:  
1/3000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
BATIMETRÍA

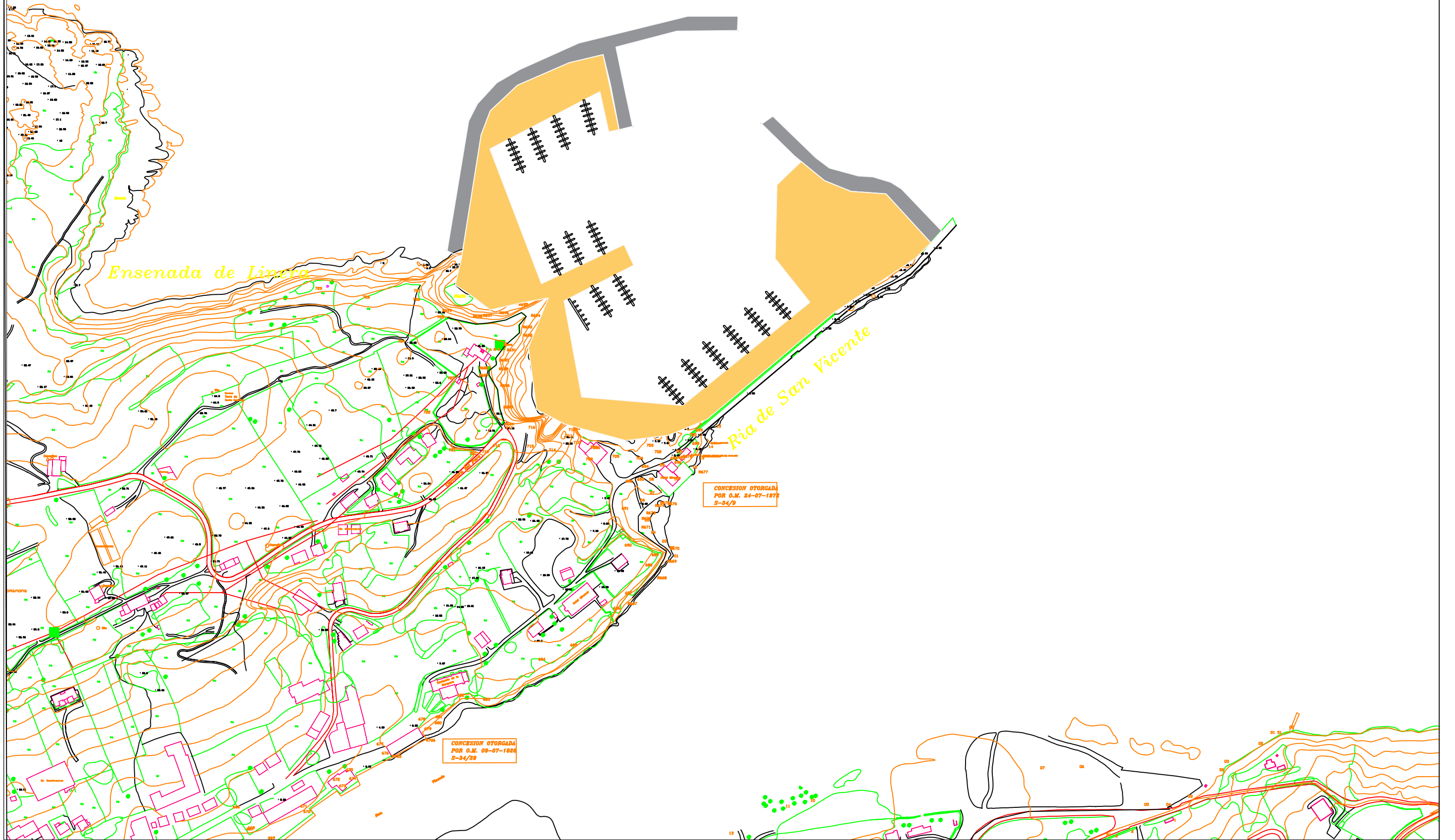
AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

ESCALA:  
1/5000

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018

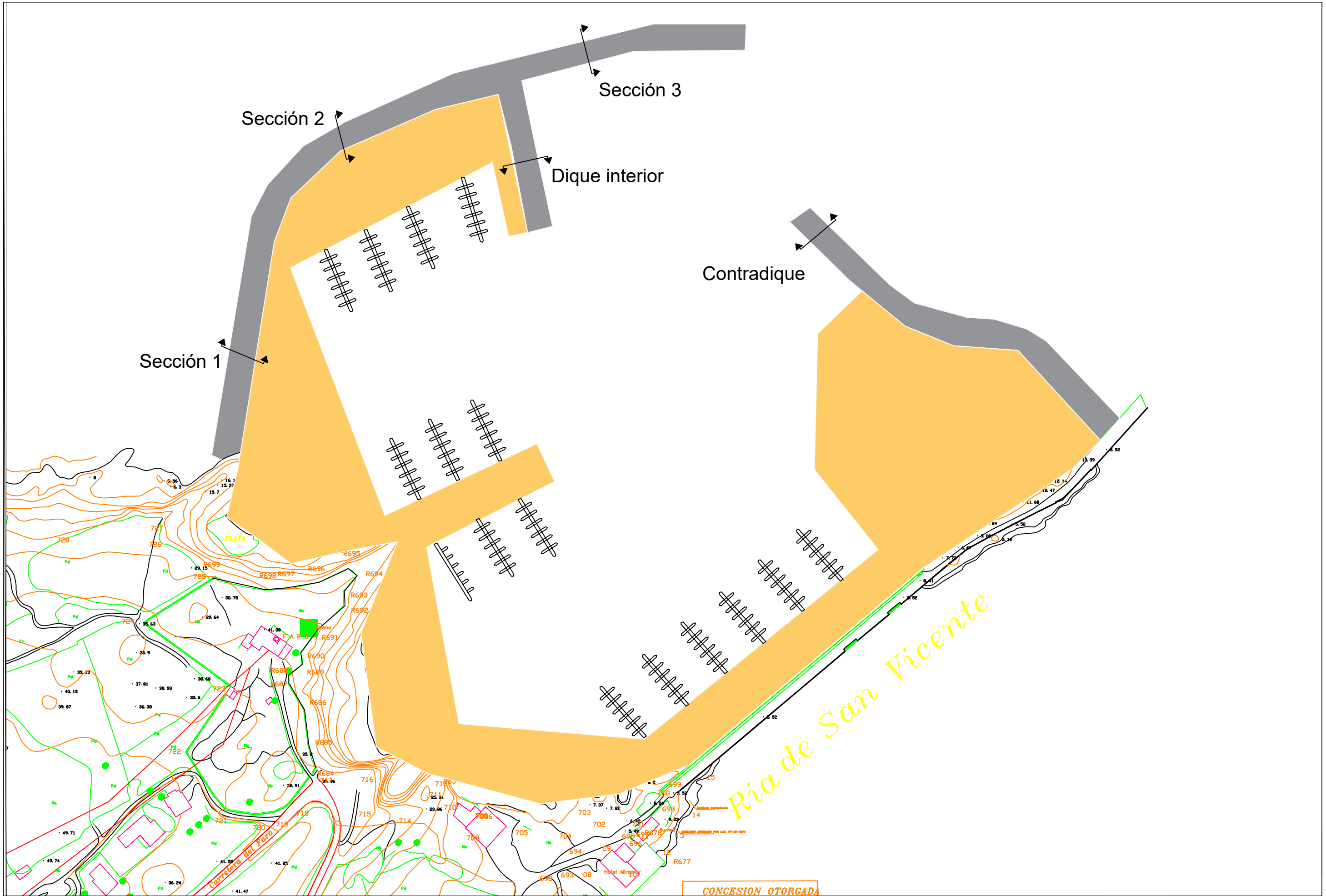


NÚMERO DE PLANO:  
2



	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> <p>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p> <p>PROYECTO FIN DE MÁSTER</p>	<p>PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA</p> <p>LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO: PLANTA</p>	<p>AUTOR: JUDIT HOYOS CORDERO</p>	<p>ESCALA: 1/4000</p>	<p>FECHA: SEPTIEMBRE 2018</p>	<p>NORTE: </p>	<p>NÚMERO DE PLANO: 3</p>
---	---	---	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	---	-------------------------------

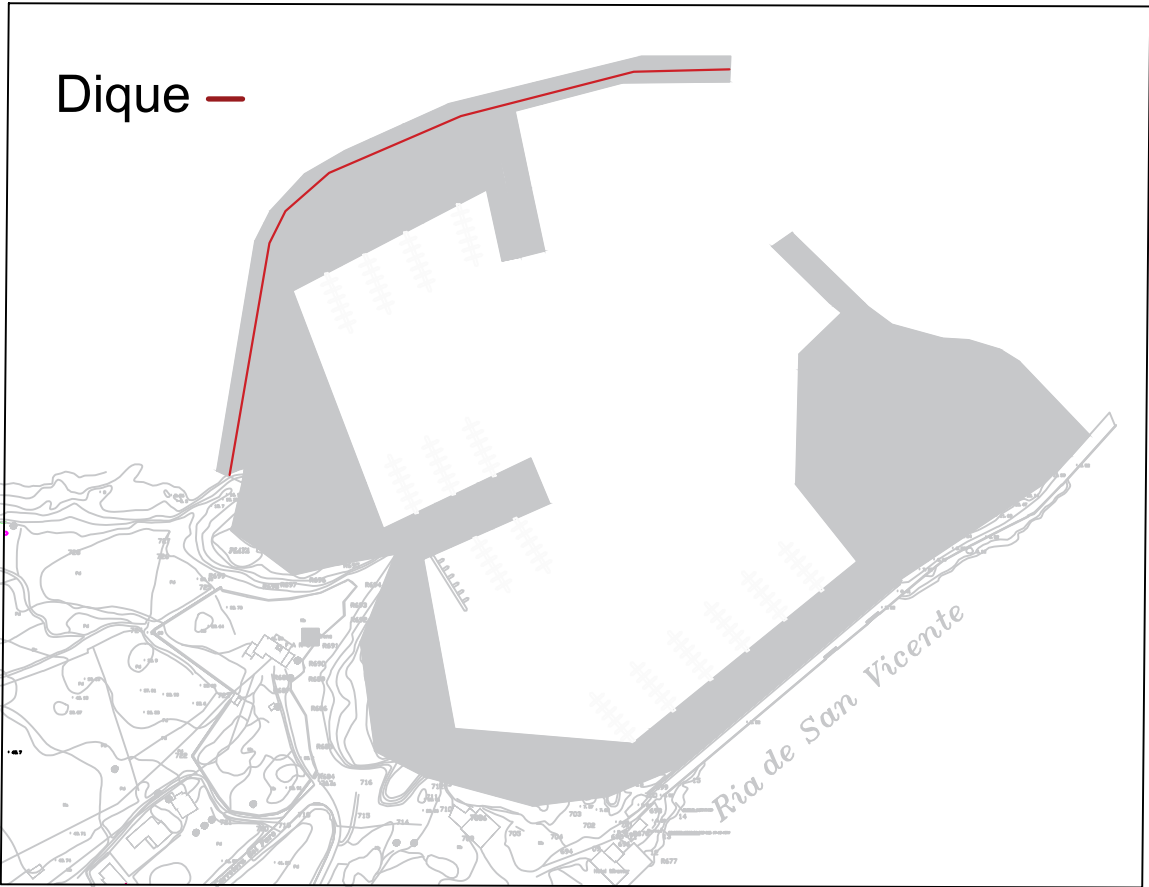
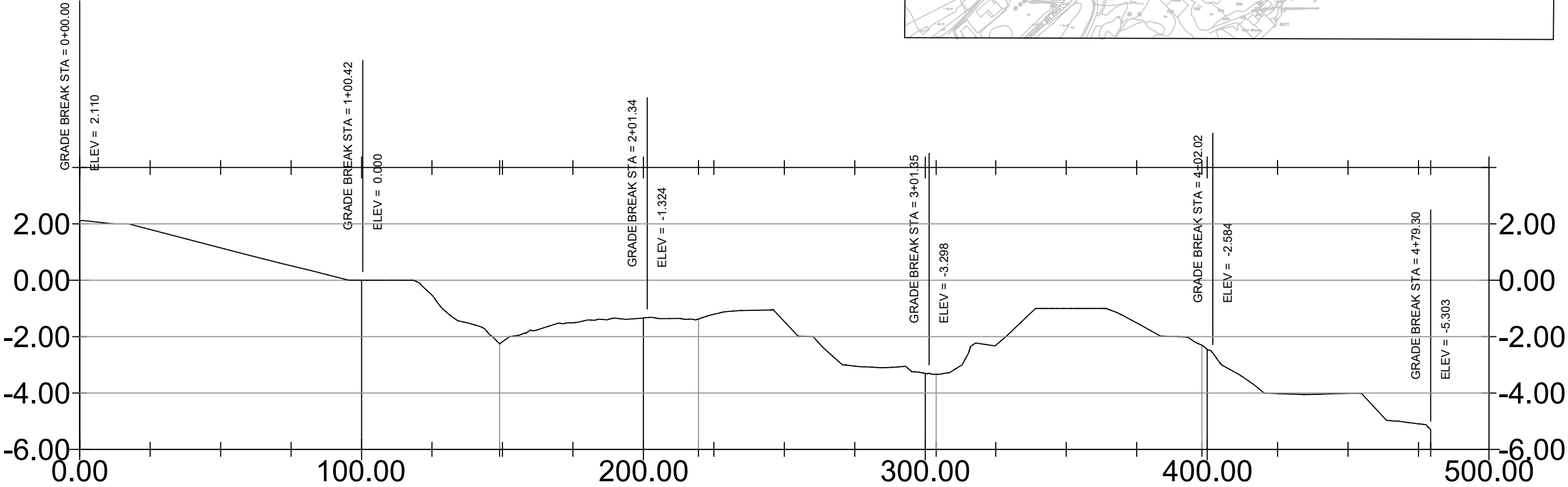




	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> <p>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p> <p>PROYECTO FIN DE MÁSTER</p>	<p>PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA</p> <p>LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO: PLANTA UBICACIÓN SECCIONES</p>	<p>AUTOR: JUDIT HOYOS CORDERO</p>	<p>ESCALA: 1/2000</p>	<p>FECHA: SEPTIEMBRE 2018</p>	<p>NORTE: </p>	<p>NÚMERO DE PLANO: 3'</p>
---	---	---	---	---------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	---	--------------------------------



Perfil longitudinal del dique



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
PERFIL LONGITUDINAL  
DIQUE

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

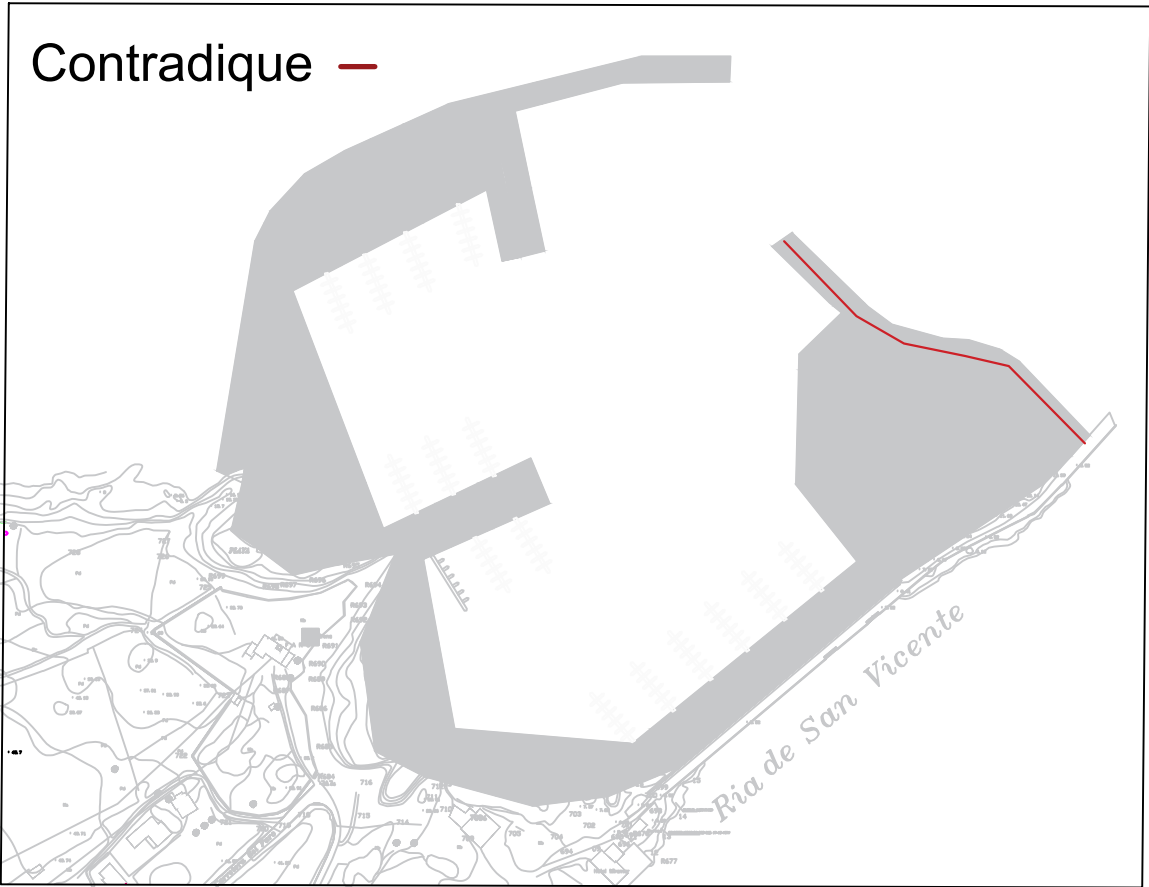
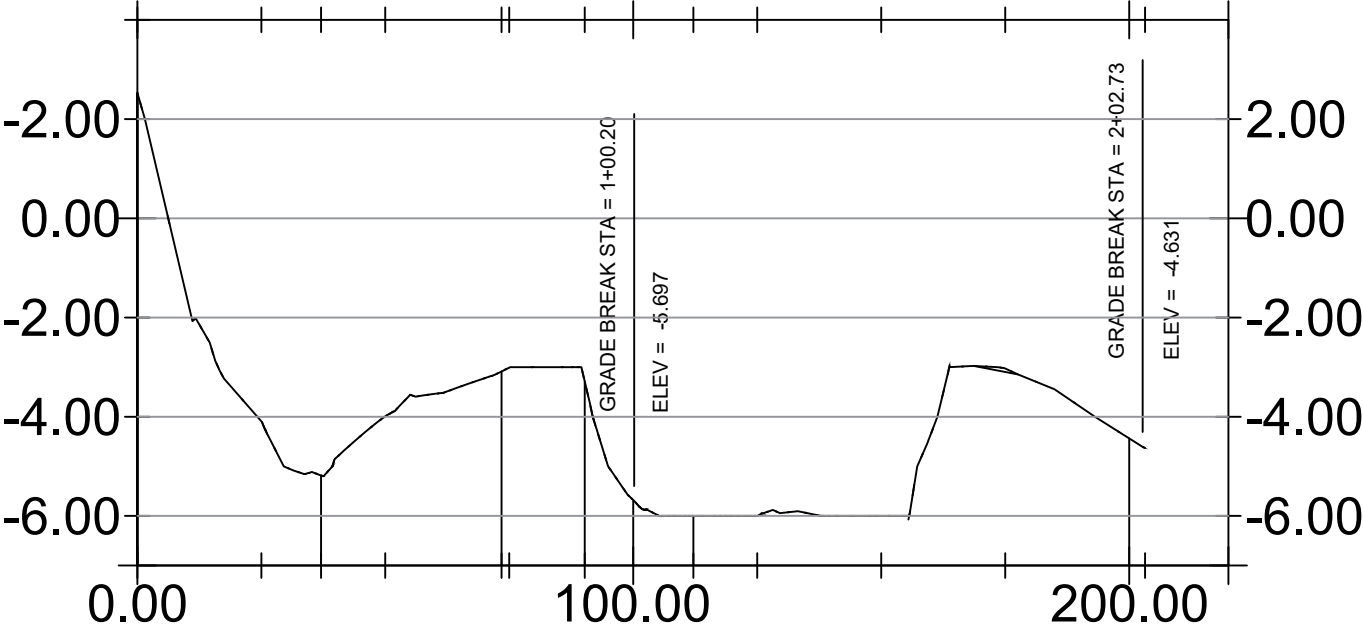
ESCALA:  
1/1500

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018

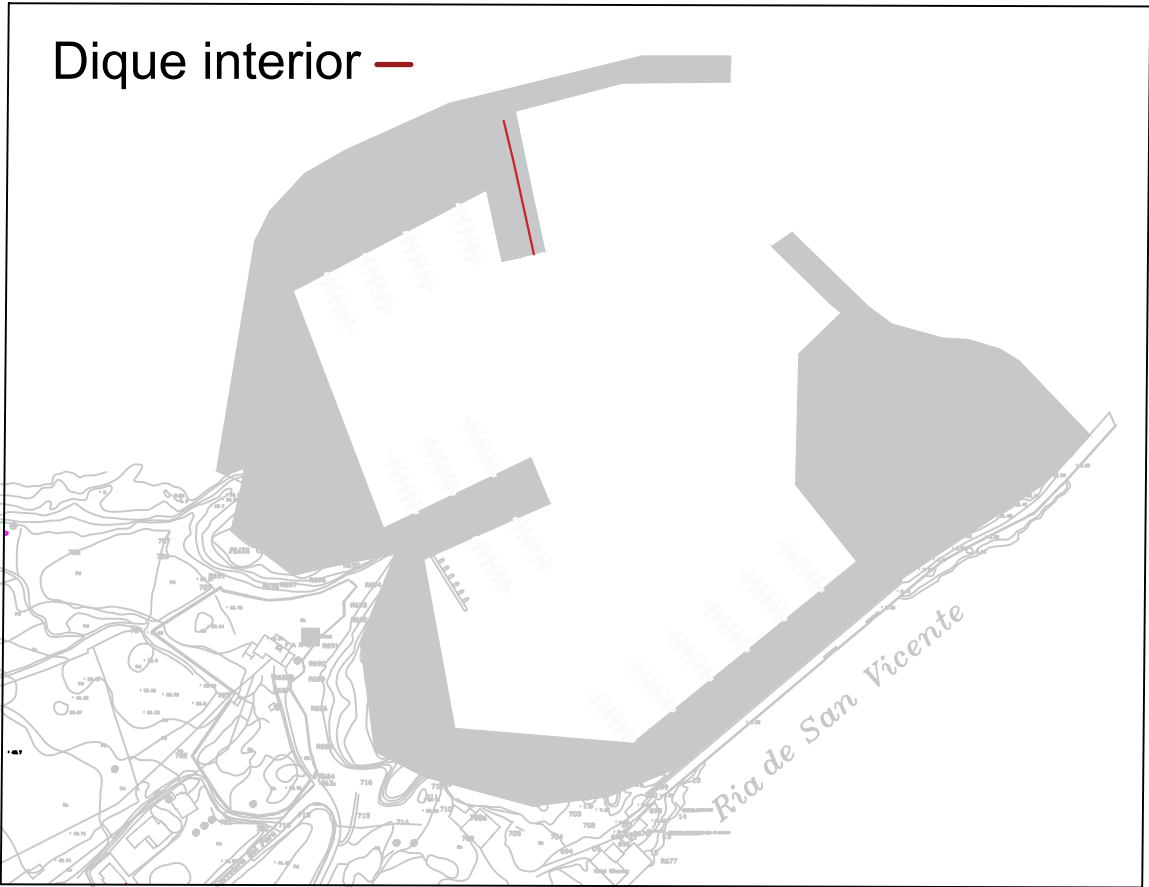
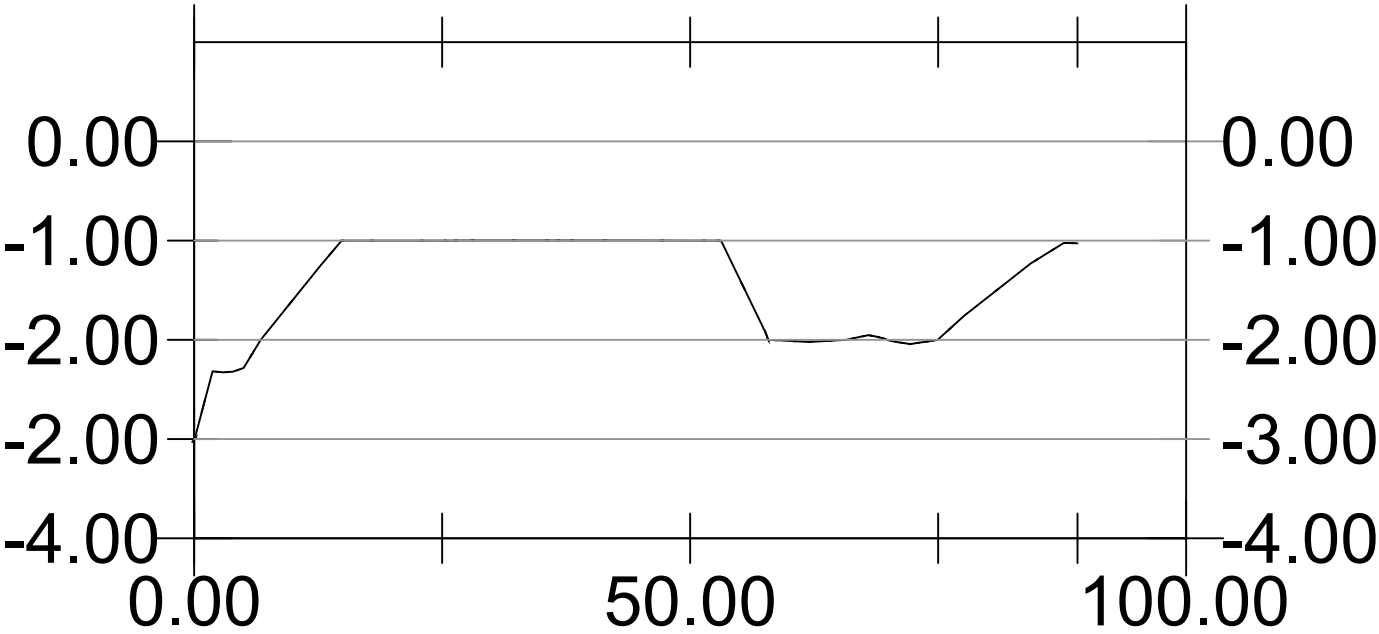


NÚMERO DE PLANO:  
4

Perfil longitudinal contradique



Sección longitudinal dique interior



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
PERFIL LONGITUDINAL  
DIQUE INTERIOR

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

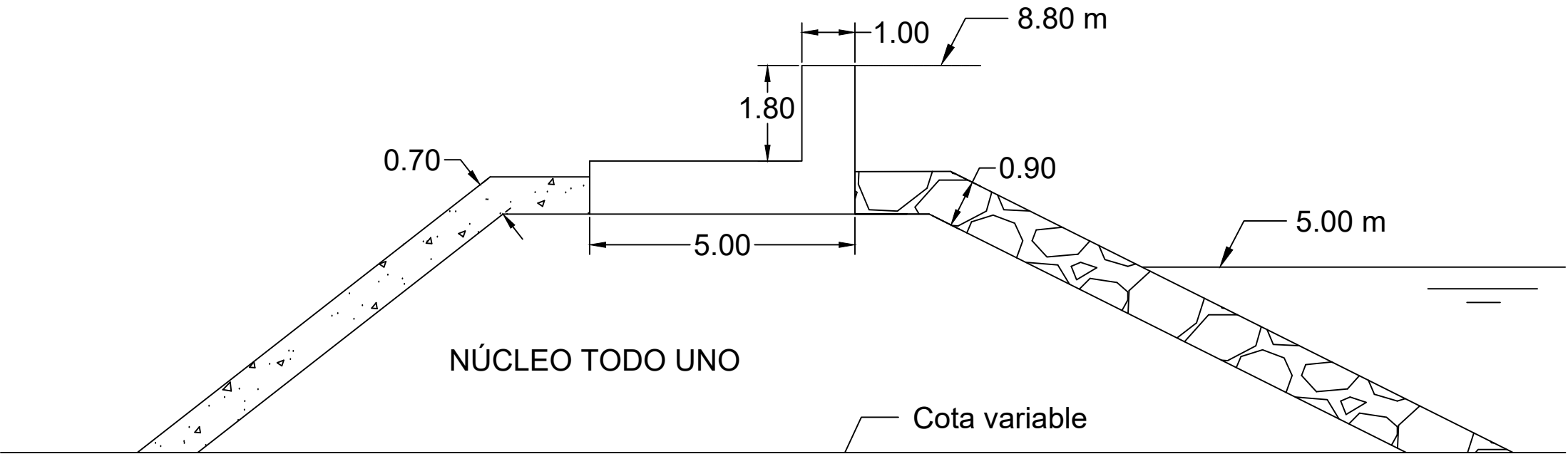
ESCALA:  
1/1500

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018



NÚMERO DE PLANO:  
6

SECCIÓN PUNTO 1, DIQUE



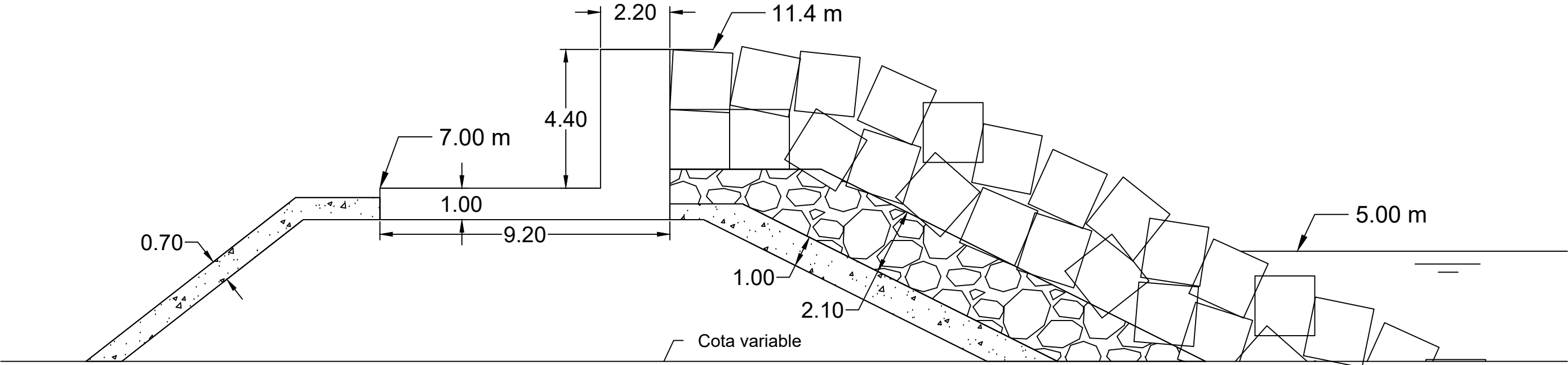
ESCOLLERA 250 kg



ESCOLLERA 100 kg



SECCIÓN PUNTO 2, DIQUE



BLOQUES DE HORMIGÓN 16 TON



ESCOLLERA 2750 kg



ESCOLLERA 250 kg



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
SECCIÓN PUNTO 2  
DIQUE

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

ESCALA:  
1/75

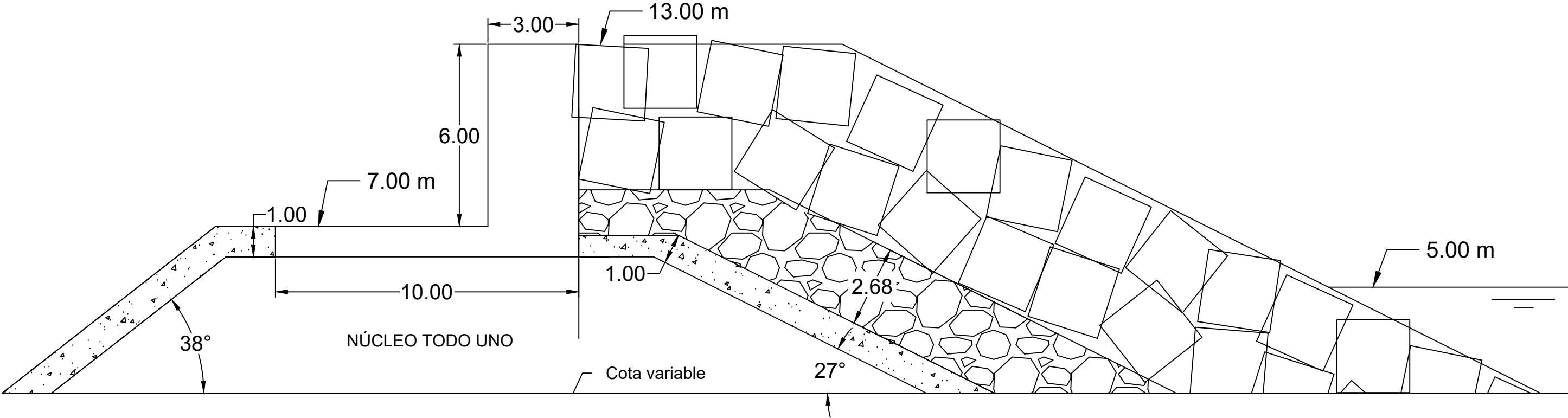
FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018



NÚMERO DE PLANO:  
8



SECCIÓN PUNTO 3, DIQUE



BLOQUES DE HORMIGÓN 31 TON



ESCOLLERA 2750 kg



ESCOLLERA 250 kg



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
SECCIÓN PUNTO 3  
DIQUE

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

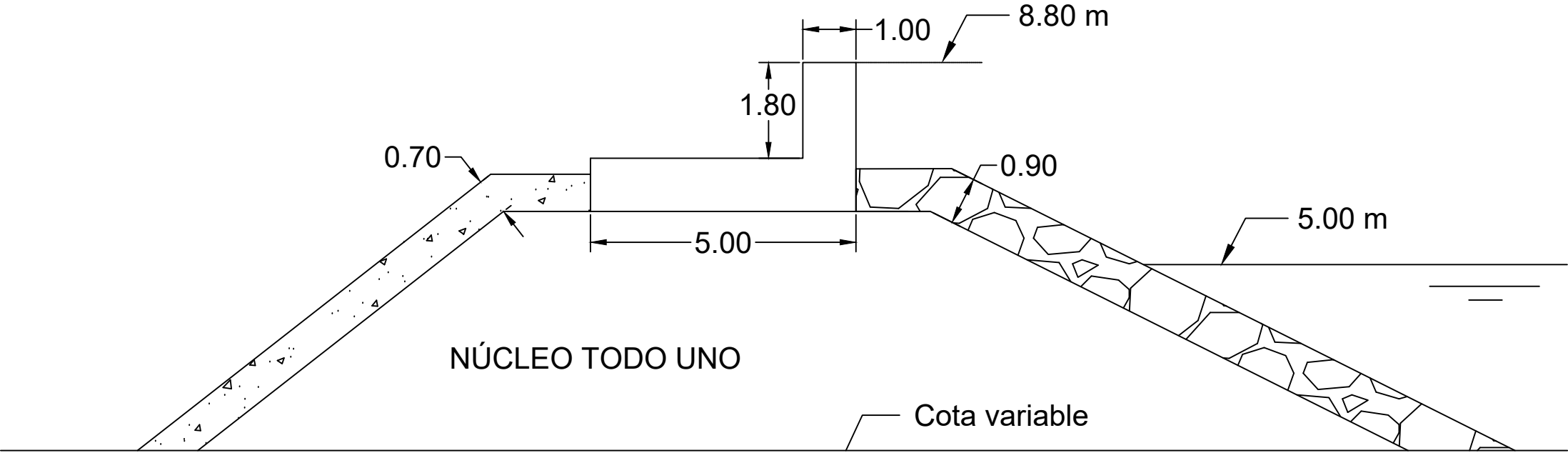
ESCALA:  
1/75

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018

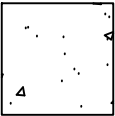


NÚMERO DE PLANO:  
9

SECCIÓN DIQUE INTERIOR



ESCOLLERA 250 kg



ESCOLLERA 100 kg



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
SECCIÓN DIQUE  
INTERIOR

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

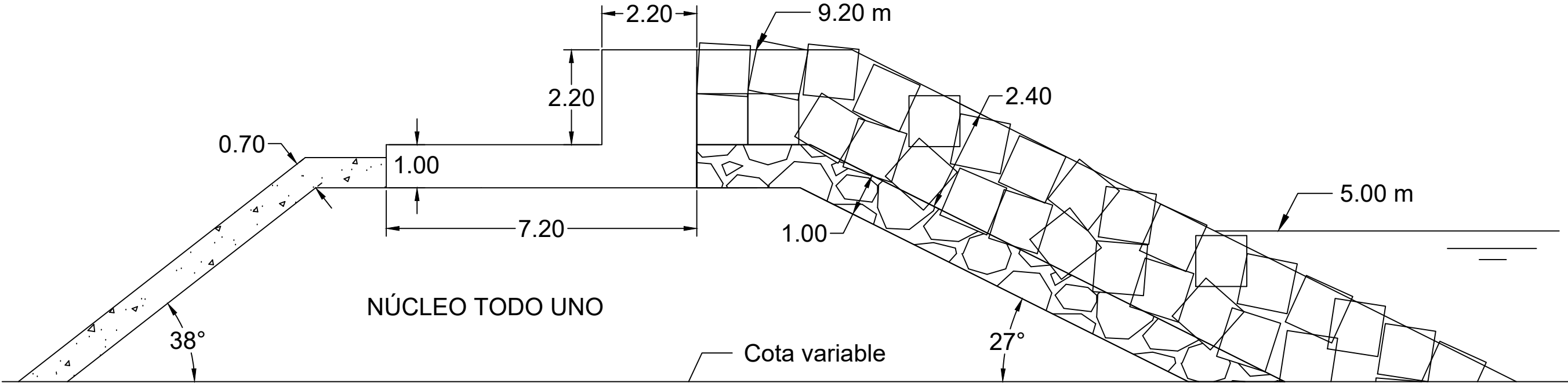
ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018

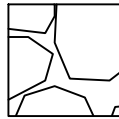


NÚMERO DE PLANO:  
10

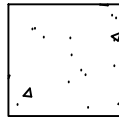
SECCIÓN CONTRADIQUE



BLOQUES DE HORMIGÓN 4 TON



ESCOLLERA 250 kg



ESCOLLERA 100 kg



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
SECCIÓN  
CONTRADIQUE

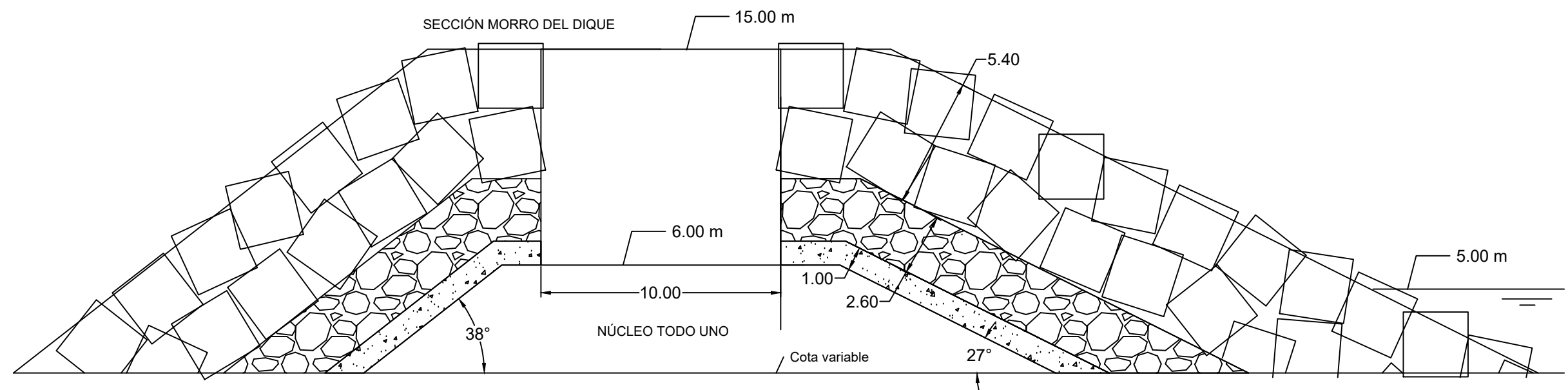
AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO




ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018



NÚMERO DE PLANO:  
11



-  BLOQUES DE HORMIGÓN 48 TON
-  ESCOLLERA 5500 kg
-  ESCOLLERA 250 kg



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
SECCIÓN  
MORRO DIQUE

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

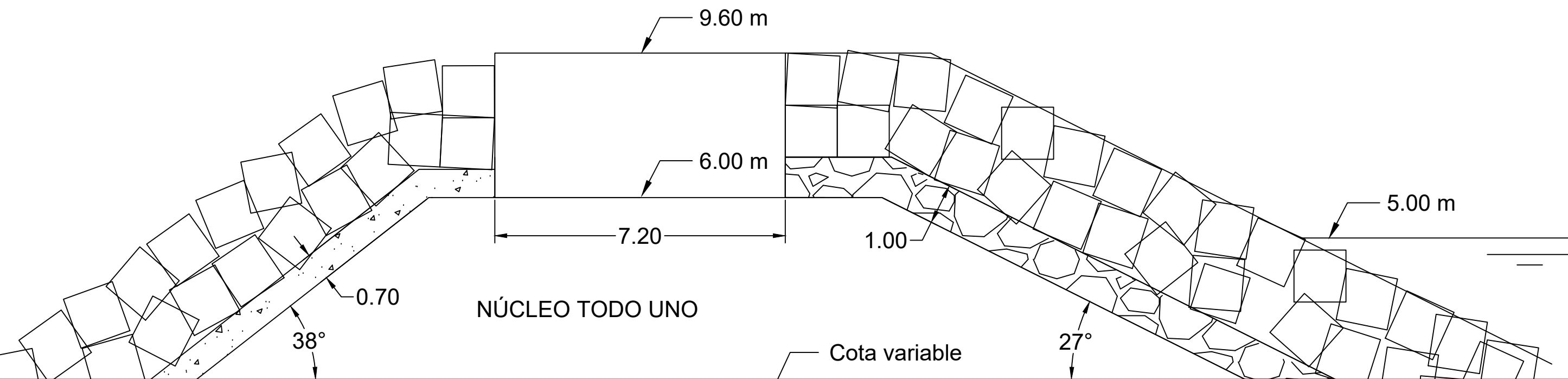
ESCALA:  
1/50

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018



NÚMERO DE PLANO:  
12

SECCIÓN MORRO CONTRADIQUE



BLOQUES DE HORMIGÓN 5.8 TON



ESCOLLERA 250 kg



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
PROYECTO FIN DE MÁSTER

PROYECTO:  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO  
DEPORTIVO DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA  
LOCALIZACIÓN: SAN VICENTE DE LA BARQUERA, CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO:  
SECCIÓN MORRO  
CONTRADIQUE

AUTOR:  
JUDIT HOYOS CORDERO

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2018



NÚMERO DE PLANO:  
13





## DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PRATICULARES



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCION Y GENERALIDADES.....	7	1.4.5.	Planes de control de calidad (p.c.c.), programas de puntos de inspeccion (p.i.).....	14
1.1.	Objetivo del pliego y ambito de aplicación .....	7	1.4.6.	Abono de los costos del sistema de garantia de calidad.....	14
1.1.1.	Objetivos del pliego de prescripciones particulares.....	7	1.4.7.	Nivel de calidad .....	15
1.1.2.	Ambito de aplicación .....	7	2.	CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA.....	15
1.1.3.	Disposiciones aplicables .....	7	2.1.	Origen de los materiales .....	15
1.2.	Condiciones generales.....	8	2.1.1.	Materiales suministrados por el contratista .....	15
1.2.1.	Dirección de obra.....	8	2.1.2.	Materiales suministrados por la propiedad .....	15
1.2.2.	Organización y representacion del contratista.....	9	2.1.3.	Yacimientos y canteras.....	15
1.2.3.	Documentos a entregar al contratista.....	9	2.2.	Calidad de los materiales .....	15
1.2.4.	Cumplimiento de las ordenanzas y normativas vigentes .....	10	2.2.1.	Condiciones generales.....	15
1.2.5.	Permisos y licencias .....	10	2.2.2.	Normas oficiales .....	16
1.3.	Descripción de las obras .....	10	2.2.3.	Examen y prueba de los materiales .....	16
1.3.1.	Documentos que definen las obras y orden de prelación.....	10	2.3.	Materiales a emplear en rellenos.....	16
1.3.2.	Descripción de la solución .....	11	2.3.1.	Características generales.....	16
1.4.	Garantia y control de calidad de las obras .....	12	2.3.2.	Origen de los materiales .....	16
1.4.1.	Definición.....	12	2.3.3.	Clasificación de los materiales .....	16
1.4.2.	Sistemas de garantia de calidad .....	12	2.3.4.	Material filtrante .....	17
1.4.3.	Manual de garantia de calidad .....	12	2.3.5.	Control de calidad .....	17
1.4.4.	Programa de garantia de calidad del contratista .....	12	2.4.	Materiales a emplear en pedraplenes y escolleras.....	18
			2.4.1.	Características generales.....	18



2.4.2.	Calidad de la roca.....	18	2.8.	Hormigones .....	25
2.4.3.	Forma de las partículas.....	19	2.8.1.	Definición .....	25
2.4.4.	Granulometría.....	19	2.8.2.	Clasificación y características .....	25
2.5.	Agua a emplear en morteros y hormigones .....	21	2.8.3.	Dosificación .....	26
2.5.1.	Características.....	21	2.8.4.	Resistencia.....	26
2.5.2.	Empleo de agua calidad .....	21	2.8.5.	Consistencia.....	27
2.5.3.	Control de calidad.....	21	2.8.6.	Hormigones preparados en planta.....	27
2.6.	Cementos .....	22	2.8.7.	Control de calidad .....	27
2.6.1.	Definición.....	22	2.9.	Piezas prefabricadas de hormigón armado.....	28
2.6.2.	Condiciones generales .....	22	2.9.1.	Piezas no estructurales.....	28
2.6.3.	Tipos de cemento .....	22	2.9.2.	Piezas estructurales.....	29
2.6.4.	Transporte y almacenamiento.....	22	2.10.	Maderas.....	31
2.6.5.	Recepción.....	23	2.10.1.	Características de la madera de obra .....	31
2.6.6.	Otros cementos .....	24	2.10.2.	Formas y dimensiones.....	31
2.6.7.	Control de calidad.....	24	2.10.3.	Control de calidad .....	31
2.7.	Áridos para hormigones y morteros.....	24	2.11.	Encofrados.....	31
2.7.1.	Áridos en general .....	24	2.11.1.	Definición y clasificación .....	31
2.7.2.	Arena.....	24	2.11.2.	Características técnicas .....	31
2.7.3.	Árido grueso.....	25	2.11.3.	Control de recepción .....	32
2.7.4.	Control de calidad.....	25	2.12.	Arenas.....	32



PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

2.12.1.	Definición .....	32	2.17.1.	Definición .....	36
2.12.2.	Características técnicas.....	32	2.17.2.	Características técnicas .....	36
2.12.3.	Control de recepción .....	32	2.18.	Pilote guía.....	36
2.13.	Zahorras artificiales .....	32	2.18.1.	Características técnicas .....	36
2.13.1.	Definición .....	32	2.19.	Armarios de servicio.....	36
2.13.2.	Características técnicas.....	33	2.19.1.	Definición .....	36
2.13.3.	Composición química.....	33	2.19.2.	Características técnicas .....	36
2.13.4.	Limipieza .....	33	2.20.	Balizas y luminarias .....	36
2.13.5.	Plasticidad.....	33	2.20.1.	Balizas.....	36
2.13.6.	Resistencia de la fragmentación.....	33	2.20.2.	Luminarias .....	36
2.13.7.	Angulosidad .....	34	3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	37
2.13.8.	Control de recepción .....	34	3.1.	Replanteo .....	37
2.14.	Módulos de pantalán flotante .....	34	3.2.	Espacios necesarios para las obras.....	37
2.14.1.	Definición .....	34	3.3.	Instalaciones auxiliares.....	37
2.14.2.	Características técnicas.....	34	3.4.	Maquinaria auxiliar.....	37
2.15.	Cornamusas .....	35	3.5.	Nivel de referencia .....	37
2.15.1.	Definición .....	35	3.6.	Orden de ejección de las obras .....	37
2.15.2.	Características técnicas.....	35	3.7.	Excavaciones a cielo abierto.....	37
2.16.	Anilla de deslizamiento.....	35	3.8.	Exacavaciones en pozo o zanja.....	38
2.17.	Finger .....	36	3.9.	Ejecución de las obras de dragado .....	38
			3.9.1.	Replanteo de las obras .....	38



## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

3.9.2.	Productos que se han de extraer al dragar.....	38
3.9.3.	Precauciones en los trabajos de dragado.....	38
3.9.4.	Tolerancias de dragado.....	38
3.9.5.	Variaciones respecto a los dados en el proyecto .....	39
3.9.6.	Medios para el dragado.....	39
3.10.	Fabricación del hormigón .....	39
3.11.	Transporte del hormigón.....	39
3.12.	Vibrado del hormigón .....	40
3.13.	Encofrados .....	40
3.14.	Puesta en obra del hormigón .....	40
3.15.	Hormigón sumergido .....	40
3.16.	Observaciones generales respecto a la ejecución de las obras de hormigón .....	41
3.17.	Inspección de las obras de hormigón .....	41
3.18.	Ensayos de resistencia y pruebas de la obra .....	41
3.19.	Armaduras .....	41
3.20.	Tornillos, tuercas y placas de apoyo.....	41
3.21.	Colocación y sujeción de bolardos.....	41
3.22.	Trabajos nocturnos .....	41
3.23.	Uso de vías públicas.....	41
3.24.	Trabajos no autorizados y defectuosos .....	42
3.25.	Precauciones durante la ejecución de las obras.....	42
3.26.	Limpieza de la obra.....	42

3.27.	Señalización.....	42
3.28.	Facilidades a la inspección .....	42
3.29.	Otras obras .....	42
4.	MEDICIÓN Y ABONOS.....	43
4.1.	Definición del precio unitario.....	43
4.2.	Excavaciones y demoliciones .....	43
4.3.	Dragados.....	43
4.4.	Rellenos .....	43
4.5.	Escolleras y terraplenes.....	43
4.6.	Hormigones .....	44
4.7.	Encofrados.....	44
4.8.	Aceros.....	44
4.9.	Cornamusas.....	44
4.10.	Otras unidades de obra .....	44
4.11.	Unidades de obra no reseñadas.....	44
4.12.	Medios auxiliares.....	44
4.13.	Relaciones valoradas .....	45
4.14.	Obras defectuosas.....	45
4.15.	Obras incompletas.....	45
4.16.	Partidas alzadas.....	45
4.17.	Medición y abono de la partida correspondiente a la seguridad y salud en el trabajo .....	45
5.	DISPOSICIONES GENERALES .....	46
5.1.	Plazo de ejecución.....	46





5.2. Recepción de las obras .....46

5.3. Plazo de garantía .....46

5.4. Liquidación de las obras.....46

5.5. Responsabilidad del contratista.....46

5.5.1. Propiedad industrial y comercial .....46

5.6. Medidas de seguridad.....46

5.7. Obligaciones de carácter social .....46

5.8. Organización y policía de las obras.....46

5.9. Inadecuada colocación de materiales .....47

5.10. Retirada de la instalación.....47

5.11. Obligaciones generales .....47

5.12. Programa de trabajo .....48

Tabla 7. Valor máximo del coeficiente de los ángeles para los áridos de la zahorra artificial ..... 34

Tabla 8. Composición del aluminio a emplear en las cornamusas. .... 35

Tabla 9. Característcas de los compresores..... 42

ÍNDICE DE IMÁGENES

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución numérica de tipos de embarcaciones. .... 12

Tabla 2. Granulometrías aceptadas. .... 19

Tabla 3. Resistencia del cada tipo de hormigón y su área de utilización. .... 26

Tabla 4. Valor fck según las condiciones de ejecución de la obra. .... 26

Tabla 5. Asiento del Cono de Abrams en función de la clase de hormigón. .... 27

Tabla 6. Equivalente de arena de la zahorra artificial. .... 33



## 1. INTRODUCCION Y GENERALIDADES

### 1.1. Objetivo del pliego y ámbito de aplicación

#### 1.1.1. Objetivos del pliego de prescripciones particulares

El presente pliego de Prescripciones Técnicas tiene como objeto definir las especificaciones, prescripciones, criterios y normas que regirán la construcción del proyecto del puerto deportivo exterior de San Vicente de la Barquera.

Este Pliego contiene, además de la descripción general y localización de las obras:

- Las condiciones que han de cumplir los materiales y su mano de obra.
- Las condiciones en que se deben ejecutar las obras.
- Las instrucciones para la medición y abono de las unidades de obra.
- Los pliegos, instrucciones, reglamentos y normas de carácter general aplicables a la obra.
- Los documentos a manejar, redactar, presentar y/o aprobar y los plazos en que deben realizarse las operaciones.
- Las aportaciones a realizar y los gastos comprendidos en los precios de las unidades de obra.

Las obras se definen en todos los documentos del presente Proyecto, que son los que se detallan a continuación:

- Memoria y Anejos
- Planos
- Pliego de Prescripciones Técnicas
- Presupuesto

#### 1.1.2. Ámbito de aplicación

Las prescripciones de este pliego serán de aplicación a las obras definidas en el proyecto del puerto deportivo de San Vicente de la Barquera. En todos los artículos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se opongan a lo establecido en las normas legales vigentes.

#### 1.1.3. Disposiciones aplicables

En todo lo que no esté expresamente previsto en el presente Pliego ni se oponga a él serán de aplicación los siguientes documentos:

#### De carácter general

- Texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

#### De carácter particular

- Recomendaciones para Obras Marítimas:
- ROM 0.2–90 Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas.
- ROM 0.3–91 Acciones medioambientales I: Oleaje. Anejo I: Clima marítimo en el Litoral Español.
- ROM 0.5–94 Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas.
- ROM 4.1–94 Recomendaciones para el Proyecto y Construcción de Pavimentos portuarios.
- Ley de Costas de 1988.
- Ley de Puertos Deportivos de 1969.
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón estructural EHE–9 7.
- Instrucción para la fabricación y, suministro de hormigón preparado (EHPRE – 72).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos RC–75. Criterios a seguir para la utilización de cementos incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC–75.
- Resolución de la Dirección General de Industrias para la Construcción de 31 de Octubre de 1966.
- Normas UNE cumplimiento obligatorio en el Ministerio de Obras Públicas.
- O.O.M.M. de 5 de Julio de 1967, 11 de Mayo de 1971 y 28 de Mayo de 1974.
- Normas DIN. (Las no contradictorias con las normas FEM) y, Normas UNE.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE–AOD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones". Orden del Ministerio de la Vivienda de 10 de Febrero de 1975.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE–ADV. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados". Orden del Ministerio de la Vivienda de 1 de Marzo de 1976.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE–ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones". Orden del Ministerio de la Vivienda de 25 de Marzo de 1977.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE–ASI. "Acondicionamiento del terreno. Saneamiento: Drenajes y Avenamientos". Orden del Ministerio de la Vivienda de 18 de Abril de 1977.



## 1.2. Condiciones generales

### 1.2.1. Dirección de obra

El Director de Obra es la persona con titulación adecuada y suficiente directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de Obra y las que asigne la legislación Vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el Contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan explícitamente en orden que conste en el correspondiente "Libro de Órdenes de Obra".

Cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluido explícitamente en el órgano de Dirección de Obra, podrá dar en case de emergencia, a juicio de él mismo, las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son prácticamente ambivalentes, teniendo en cuenta lo antes enunciado, si bien debe entenderse aquí que al indicar Dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables.

La Dirección, fiscalización y vigilancia de las obras será ejercida por la persona o personas que se designen al efecto.

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: Taludes". Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 22 de Noviembre de 1977.
- Norma ASTM C465. Aditivos químicos.
- En general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas. En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en contrario en el presente Proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva. Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra. Siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal, material de la obra y maquinaria necesaria.
- Elaborar las certificaciones al Contratista de las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.



### 1.2.2. Organización y representación del contratista

El Contratista con su oferta incluirá un Organigrama designando para las distintas funciones el personal que compromete en la realización de los trabajos, incluyendo como mínimo las funciones que más adelante se indican con independencia de que en función del tamaño de la obra puedan ser asumidas varias de ellas por una misma persona.

El Contratista, antes de que se inicien las obras, comunicará por escrito el nombre de la persona que hayan de estar por su parte al frente de las obras para representarle como "Delegado de Obra" según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, y Pliegos de Licitación.

Este representante, con plena dedicación a la obra tendrá la titulación adecuada y la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

Igualmente comunicará los nombres, condiciones y organigramas adicionales de las personas que, dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra, siendo obligado, al menos que exista con plena dedicación un Ingeniero o Arquitecto Técnico, y será de aplicación todo lo indicado anteriormente en cuanto a experiencia profesional sustituciones de personas y residencia.

El Contratista comunicará el nombre del Jefe de Seguridad e Higiene responsable de la misma.

El Contratista incluirá con su oferta los "curriculum vitae" del personal de su organización que seguirá estos trabajos, hasta el nivel de encargado inclusive, con la intención de que cualquier modificación posterior solamente podrá realizarse previa aprobación de la Dirección de Obra o por orden de ésta.

Antes de iniciarse los trabajos, la representación del Contratista y la Dirección de Obra acordarán los detalles de sus relaciones estableciéndose modelos y procedimientos para comunicación escrita entre ambos, transmisión de órdenes, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras. Las reuniones se celebrarán cada quince (15) días salvo orden escrita de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazas contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos, en tanto no se cumpla este requisito.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando la marcha de los trabajos respecto al Plan de Trabajos así lo requiera a juicio de la Dirección de Obra. Se presumirá la existencia siempre de dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de

situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mayor desarrollo del mismo.

### 1.2.3. Documentos a entregar al contratista

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios, que la Dirección de Obra entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo, según se detalla a continuación:

#### Documentos contractuales

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 82, 128 v 129 del Reglamento General de Contratación del Estado y en la Cláusula 7 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras (Contratos del Estado).

Será documento contractual el programa de trabajos cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 128 del Reglamento General de Contratación o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Será documento contractual la Declaración de Impacto Ambiental, siendo ésta el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que, de conformidad con el artículo 4 del R.D.L. 1302f1986, se determine, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

En este caso, corresponde a la Viceconsejería de Medio Ambiente formular dicha Declaración.

Tendrán un carácter meramente informativo los estudios específicos realizados para obtener la identificación y valoración de los impactos ambientales. No así las Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia recogidos en el proyecto de Construcción.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del proyecto, se hará constar así en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contratación con los otros documentos contractuales. No obstante lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el artículo 81 del Reglamento de Contratación del Estudio.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del Proyecto, se hará constar así estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales, de forma análoga a la expresada en el Artículo 1.3, del presente Pliego. No obstante lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona



expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el Artículo 51 del Reglamento General de Contratación del Estudio.

#### Documentos Informativos

Tanto la información geotécnica de proyecto como los datos sobre procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria y de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los Proyectos son documentos informativos. En consecuencia deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

#### 1.2.4. Cumplimiento de las ordenanzas y normativas vigentes

El Contratista viene obligado al cumplimiento de la legislación vigente que por cualquier concepto, durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

#### 1.2.5. Permisos y licencias

La Propiedad facilitará las autorizaciones y licencias de su competencia que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestará su apoyo en los demás casos, en que serán obtenidas por el Contratista sin que esto de lugar a responsabilidad adicional o abono por parte de la Propiedad.

### 1.3. Descripción de las obras

Para la construcción del puerto deportivo de San Vicente de la Barquera se propone externalizar del estuario el puerto para de esta forma mantener la desembocadura actual, por la que las embarcaciones pesqueras mantienen su entrada al puerto tal y como lo hacen hoy en día.

El puerto exterior consta de un dique de abrigo de 350 m de largo que parte de la Punta de la Silla, un contradique de 150 m, perpendicular al actual Dique C. De esta forma, el puerto deportivo puede albergar más de 500 embarcaciones, con una superficie de tierra útil de 20.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente. Esta configuración presenta varias ventajas, entre otras, mantiene totalmente independiente el puerto deportivo del pesquero y reduce al mínimo las afecciones a la dinámica sedimentaria, ya que la configuración actual de la desembocadura ha quedado intacta. Adicionalmente, al mantenerse los diques actuales, se aprovecha la comunicación que éstos ofrecen para acceder a la zona de tierra adyacente a las Peñas Mayor y Menor.

Con la disposición de embarcaciones se pretende aprovechar la configuración de la batimetría, en la que se observan lajas rocosas con una orientación predominante hacia el Nordeste. . Cabe resaltar que esta solución permite orientar las embarcaciones atracadas en el sentido del viento dominante, por lo que las restricciones operativas disminuyen.

#### 1.3.1. Documentos que definen las obras y orden de prelación

Las obras quedan definidas por los planos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y la normativa incluida en el apartado 1.1.3 “Disposiciones Aplicables”.

No es propósito sin embargo, los planos y Pliego de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que pueden requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad de la Propiedad la ausencia de tales según se indica más adelante.

#### Planos

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos del proyecto utilizado para su adjudicación y con las instrucciones y planos complementarios de ejecución que, con detalle suficiente para la descripción de las obras, entregará la Propiedad al Contratista.

#### Planos Complementarios

El contratista deberá solicitar por escrito dirigido a la Dirección de Obra los planos complementarios de ejecución, necesarios para definir las obras que hayan de realizarse con treinta (30) días de antelación a la fecha prevista de acuerdo con el programa de trabajos. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a quince (15) días.

#### Interpretación de los planos

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual, antes de quince (15) días, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los planos.





#### CONFRONTACION DE PLANOS Y MEDIDAS

El contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El contratista deberá confrontar los diferentes planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

#### CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LA DOCUMENTACION

Lo mencionado en los Pliegos de Prescripciones Técnicas y omitido en los planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en todos estos documentos.

En caso de contradicción entre los planos del Proyecto y los Pliegos de Prescripciones, prevalecerá lo prescrito en estos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos o las descripciones erróneas de detalles de la Obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos o que por uso o costumbre deberán ser realizados, no solo no estimen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneos descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados. Para la ejecución de los detalles mencionados, el Contratista prepara unos croquis que propondrá al Director de la Obra para su aprobación y posterior ejecución y abono.

En todo caso las contraindicaciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director, o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Libro de órdenes.

#### PLANOS COMPLEMENTARIOS DE DETALLE

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán presentados a la Dirección de Obra con (15) días laborables de anticipación para la aprobación y/o comentarios.

#### ARCHIVO ACTUALIZADO DE DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS. PLANO DE OBRA REALIZADA ("AST BUILT")

El contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de Prescripciones y de la documentación mencionada en el apartado 1.1.3, un juego completo de los planos del proyecto, así como una copia de todos los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista y aceptados por la Dirección de Obra y de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Mensualmente y como fruto de este archivo actualizado el Contratista está obligado a presentar una colección de los planos "As Built" o Planos de Obra Realmente Ejecutada, debidamente contrastada con los datos obtenidos conjuntamente con la Dirección de la Obra, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

Los datos reflejados en los planos "As Built" deberán ser chequeados y comprobados por el responsable de Garantía de Calidad del Contratista. La Propiedad facilitará planos originales para la realización de este trabajo.

#### 1.3.2. Descripción de la solución

El proyecto plantea la solución para un nuevo puerto deportivo en la villa de San Vicente de la Barquera. La zona en la que se ubica este puerto deportivo dispone de poco calado en la totalidad de la zona portuaria. En la mayoría de mareas y coincidiendo con la hora en la que se produce la bajamar, los barcos que tienen sus amarres en esta localización quedan totalmente varados, siendo imposible su movimiento hasta que la marea sube. Por esta razón hemos de realizar un dragado del fondo con el fin de habilitar toda el área en el que va a existir navegación y evitar así zonas en las que el calado sea insuficiente.

El puerto de San Vicente de la Barquera diseñado consta de un dique de cierre cuyo fin es encauzar las corrientes de vaciante y llenante, evitando o reduciendo la sedimentación en el interior del puerto deportivo.

Las áreas de tierra requieren de un relleno y del dragado de la dársena. Se han estimado los volúmenes de dragado 60.000 m<sup>3</sup> y 200.000 m<sup>3</sup> de relleno.

En cuanto a la flota, se permite el atraque de 444 embarcaciones que se dividen del siguiente modo:

NUMERO DE EMBARCACIONES	ESLORA (m)	CALADO (m)
363	4	1
58	4 – 6	1,5
23	8	2



Tabla 1. Distribución numérica de tipos de embarcaciones.

Con lo que se cumple en lo especificado en el ANEJO de “Necesidades Funcionales”.

La bocana de acceso al puerto tiene 73 metros de anchura, lo que posibilita una entrada al puerto segura en condiciones atmosféricas adversas o de oleaje.

El canal de navegación entre los fingers oscila entre los 15 y los 9 metros.

Los calados en los atraques y las distancias entre pantalanes cumplen con lo especificado en el ANEJO de “Necesidades Funcionales”.

Así mismo, se dispone de un travel-lift, además de una rampa de varado de 20 metros de anchura y una pendiente inferior al 10%.

Por último, la agitación interior en las dársenas se estima inferior a los valores establecidos por la normativa de MOPU.

Cabe destacar que el dragado de la zona que separa el paseo marítimo con el puerto trae la consecuencia del desmoronamiento del actual paseo. Para solucionar este problema se recurre a los muros TENSITER tipo T, reforzados mediante un tirante que se une al intradós del muro mediante una rótula.

**1.4. Garantía y control de calidad de las obras**

**1.4.1. Definición**

Se entenderá por garantía de Calidad el conjunto de acciones planteadas y sistemáticas, necesarias para proveer la confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen de acuerdo con el Contrato, Códigos, Normas y Especificaciones de diseño.

La Garantía de Calidad incluye el Control de Calidad, el cual, comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con requisitos predeterminados. El Control de Calidad de una Obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de las materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

**1.4.2. Sistemas de garantía de calidad**

Con objeto de asegurar la calidad de las actividades que se desarrollen durante las distintas fases de la obra, la Propiedad tiene establecido un sistema de Garantía de Calidad cuyos requisitos, junto con los contenidos en el presente Pliego General de Condiciones, serán de aplicación al trabajo y actividades de cualquier organización o individuo participante en la realización de la obra.

**1.4.3. Manual de garantía de calidad**

El sistema de Garantía de Calidad establecido por la propiedad está definido en el Manual de Garantía de la Calidad.

Este documento describe la metodología a seguir a fin de programar y sistematizar los requisitos de calidad aplicables a la construcción de la obra de forma que, independientemente de las organizaciones o individuos participantes, se alcancen cotas de calidad homogéneas y elevadas.

El Contratista, está obligado a cumplir las exigencias del Sistema de Garantía de Calidad establecido y someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el programa propio que prevé desarrollar para llevar a cabo lo descrito en cada uno de los capítulos del Manual de Garantía de Calidad.

**1.4.4. Programa de garantía de calidad del contratista**

Una vez adjudicada la oferta y un mes antes de la fecha prevista para el inicio de los trabajos, el Contratista enviará a la Dirección de Obra un Programa de Garantía de Calidad.

La Dirección de Obra evaluará el Programa y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

El Programa de Garantía de Calidad se ajustará a lo dispuesto en el Manual de Garantía de Calidad y, comprenderá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos:

Organización

Se incluirá en este apartado un organigrama funcional y nominal específico para el contrato.



El organigrama incluirá la organización específica de Garantía de Calidad acorde con las necesidades y exigencias de la obra. Los medios, ya sean propios o ajenos, estarán adecuadamente homologados.

El responsable de Garantía de Calidad del Contratista tendrá una dedicación exclusiva a su función.

#### Procedimientos. Instrucciones. Planos

Todas las actividades relacionadas con la construcción, inspección y ensayo deben ejecutarse de acuerdo con instrucciones de trabajo y procedimientos, planos u otros documentos análogos que desarrollen detalladamente lo especificado en los planos y Pliegos de Prescripciones del Proyecto.

El programa contendrá una relación de tales procedimientos, instrucciones y planos que, posteriormente, serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos.

#### Control de materiales y servicios comprados

El Contratista realizará una evaluación y selección previa de proveedores que deberá quedar documentada y será sometida a la aprobación de la Dirección de Obra.

La documentación a presentar para cada equipo material propuesto será como mínimo la siguiente:

- Plano de equipo.
- Plano de detalle.
- Documentación complementaria suficiente para que el Director de la Obra pueda tener la información precisa para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Procedimiento de construcción.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuales de ellas deben realizarse en banco y cuales en obra.
- Asimismo, realizará la inspección de recepción en la que se compruebe que el material está de acuerdo con los requisitos del proyecto, emitiendo el correspondiente informe de inspección.

#### Manejo, almacenamiento y transporte

El Programa de Garantía de Calidad a desarrollar por el Contratista deberá tener en cuenta los procedimientos e instrucciones propias para el cumplimiento de los requisitos relativos al transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes utilizados en la obra.

#### Procesos especiales

Los procesos especiales tales como soldaduras, ensayos, pruebas, etc., serán realizados y controlados por personal cualificado del Contratista, utilizando procedimientos homologados de acuerdo con los Códigos, Normas y Especificaciones aplicables.

El programa definirá los medios para asegurar y documentar tales requisitos.

#### Inspección de obra por parte del contratista

El contratista es responsable de realizar los controles ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego.

El programa deberá definir la sistemática a desarrollar por el Contratista para cumplir este apartado.



#### Gestión de la documentación

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidas en el Programa de Garantía de Calidad.

El Contratista definirá los medios para asegurarse que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de Obra.

##### 1.4.5. Planes de control de calidad (p.c.c.), programas de puntos de inspección (p.i.)

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan de Control de Calidad por cada actividad o fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la actividad o fase.

La Dirección de Obra evaluará el Plan de Control de Calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

Las actividades o fases de obra para las que se presentará el Plan de Control de Calidad, serán entre otras, las siguientes:

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan de Control de Calidad por cada actividad o fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la actividad o fase.

La Dirección de Obra evaluará el Plan de Control de Calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

Las actividades o fases de obra para las que se presentará el Plan de Control de Calidad, serán entre otras, las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materiales.
- Recepción y almacenamiento de mecanismos.
- Rellenos y compactaciones.
- Obras de fábrica.
- Fabricación y transporte de hormigón. Colocación en la obra y curado.
- Otros.
- El Plan de Control de Calidad incluirá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos cuando sean aplicables:
  - Descripción y objeto del Plan.
  - Códigos y normas aplicables.
  - Materiales a utilizar.
  - Planos de construcción.
  - Procedimientos de construcción.
  - Procedimientos de inspección. Ensayos y pruebas.
  - Proveedores y subcontratistas
  - Embalaje, transporte y almacenamiento.
  - Marcado e identificación.
  - Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

Adjunto al P.P.C. se incluirá un Programa de Puntos de Inspección, documento que consistirá en un listado secuencial de todas las operaciones de construcción, inspección, ensayos y pruebas a realizar durante toda la actividad o fase de obra.

Para cada operación se indicará, siempre que sea posible, la referencia de los planos y procedimientos a utilizar, así como la participación de las organizaciones del Contratista en los controles a realizar. Se dejará un espacio en blanco para que la Dirección de Obra pueda marcar sus propios puntos de inspección.

Una vez finalizada la actividad o fase de la obra, existirá una evidencia (mediante protocolos o formas en el P.P.I.) de que se han realizado todas las inspecciones, pruebas y ensayos programados por las distintas organizaciones implicadas.

##### 1.4.6. Abono de los costos del sistema de garantía de calidad

Los costos ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento del Manual de Garantía de Calidad y de Pliego de Prescripciones, serán de su cuenta y se entienden incluidos en los precios de Proyecto.



En particular todas las pruebas y ensayos de Control de Calidad que sea necesario realizar en cumplimiento de presente Pliego de Prescripciones Técnicas o de la normativa general que sea de aplicación al presente proyecto, serán de cuenta de Contratista salvo que expresamente se especifique lo contrario.

#### 1.4.7. Nivel de calidad

En los apartados correspondientes del presente pliego o en los planos, se especifican el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquel que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de la calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el proyecto.

Los ensayos adicionales ocasionados serán de cuenta del Contratista siempre que su importe no supere el 2% del presupuesto líquido de ejecución total de la obra incluso las ampliaciones, si las hubiere.

## 2. CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA

### 2.1. Origen de los materiales

#### 2.1.1. Materiales suministrados por el contratista

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, excepto aquellos que de manera explícita en este Pliego, se estipule hayan de ser suministrados por otros.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábrica o marcas elegidos por el Contratista y, que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas y tipos de material a emplear.

#### 2.1.2. Materiales suministrados por la propiedad

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, excepto aquellos que de manera explícita en este Pliego, se estipule hayan de ser suministrados por otros.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábrica o marcas elegidos por el Contratista y, que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas y tipos de material a emplear.

#### 2.1.3. Yacimientos y canteras

El Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para aceptar o rehusar los lugares de extracción propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir del momento en el que el Contratista por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras del material y el resultado de los ensayos a la Dirección de Obra para su aceptación o rechazo.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales, como al volumen explotable del yacimiento.

El Contratista viene obligado a eliminar a toda costa los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de extracción de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado por la Dirección de Obra. Si durante el curso de la explotación los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el contratista a su cargo deberá procurarse otro lugar de extracción siguiendo las normas dadas en los párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del Contrato los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego. La Propiedad podrá proporcionar a los concursantes o contratistas cualquier dato o estudio previo que conozca con motivo de la redacción del proyecto, pero siempre a título informativo y sin que ello anule o contradiga lo establecido en este apartado.

### 2.2. Calidad de los materiales

#### 2.2.1. Condiciones generales

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego, especialmente en este capítulo 11 y ser aprobados por el Director de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, o sin estar aprobados por el Director de Obra será considerado como defectuoso o, incluso, rechazable.





### 2.2.2. Normas oficiales

Los materiales que queden incorporados a la obra y para los cuales existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo en las Obras Públicas, deberán cumplir las vigentes treinta

(30) días antes del anuncio de la licitación, salvo las derogaciones que se especifiquen en el presente Pliego, o que se convengan de mutuo acuerdo.

### 2.2.3. Examen y prueba de los materiales

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados en los términos y forma que prescribe el Programa de Control de Calidad y, en su caso, el Director de Obra o persona en quien delegue.

Las pruebas y ensayos ordenados no se llevarán a cabo sin la notificación previa al Director de Obra, de acuerdo con lo establecido en el Programa de Puntos de Inspección.

El Contratista deberá, por su cuenta, suministrar a los laboratorios y retirar posteriormente a los ensayos, una cantidad suficiente de material a ensayar.

El Contratista tiene la obligación de establecer a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente capacidad y disposición conveniente para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados de los ensayos antes de su empleo en obra y de tal modo que se asegure el mantenimiento de sus características y aptitudes para su empleo en obra.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en el presente Pliego, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales de los Pliegos se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su utilización. El Director de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o sean idóneos para el uso proyectado.

Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra a cargo del Contratista o vertidos en los lugares indicados por la Dirección de Obra sin que por este motivo sean abonados más que por el valor del material a que puedan sustituir.

En los casos de empleo de elementos prefabricados o construcciones parcial o totalmente realizados fuera del ámbito de la obra, el control de calidad de los materiales, según se especifica se realizará en los talleres o lugares de preparación.

## 2.3. Materiales a emplear en rellenos

### 2.3.1. Características generales

Los materiales a emplear en rellenos y terraplenes serán suelos o materiales constituidos con productos que no contengan materia orgánica descompuesta, estiércol, materiales congelados, raíces, terreno vegetal o cualquier otra materia similar.

### 2.3.2. Origen de los materiales

Los suelos se clasificarán en suelos inadecuados, suelos tolerables, suelos adecuados, suelos seleccionados y tierra vegetal, de acuerdo con las siguientes características:

### 2.3.3. Clasificación de los materiales

Los suelos se clasificarán en suelos inadecuados, suelos tolerables, suelos adecuados, suelos seleccionados y tierra vegetal, de acuerdo con las siguientes características:

#### Suelos inadecuados

Son aquellos que no cumplen las condiciones mínimas exigidas a los suelos tolerables.

#### Suelos tolerables

No contendrán más de un veinticinco por ciento (25%) en peso de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros (15 cm).

Su límite líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ) o simultáneamente: límite líquido menor de sesenta y cinco ( $LL < 65$ ) e índice de plasticidad mayor de seis décimas de límite líquido menos nueve I.P.  $> (0,6 LL - 99)$ .

La densidad máxima correspondiente al ensayo Próctor normal no será inferior a un kilogramo cuatrocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1,450 \text{ kg/dm}^3$ ).

El índice C.B.R. será superior a tres (3).

El contenido de materia orgánica será inferior al dos por ciento (2%).



#### Suelos adecuados

Carecerán de elementos de tamaño superior a diez centímetros (10 cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) del peso.

Su límite líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ).

La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor normal no será inferior a un kilogramo setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1.750 \text{ kg/dm}^3$ ).

El índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2%).

El contenido de materia orgánica será inferior al uno por ciento (1 %).

#### Suelos seccionados

Carecerán de elementos de tamaño superior a ocho centímetros (8 cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25%) en peso.

Simultáneamente, su límite líquido será menor que treinta ( $LL < 30$ ) y su índice de plasticidad menor de diez ( $IPE < 10$ ).

El índice C.B.R. será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo. Estarán exentos de materia orgánica.

Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72, NLT-107/72, NLT-111/72, NLT-118/59 NLT-152/72.

#### Tierra vegetal

Será de textura ligera o media, con un PH de valor comprendido entre 6,0 y 7,5. La tierra vegetal no contendrá piedras de tamaño superior a 50 mm, ni tendrá un contenido de las mismas superior al 10% del peso total.

En cualquier caso, antes de que el material sea extendido deberá ser aceptado por la Dirección de Obra.

#### 2.3.4. Material filtrante

Se definen como capas filtrantes aquéllas que, debido a su granulometría, permite el paso del agua hasta los puntos de recogida, pero no de las partículas gruesas que llevan en suspensión.

Los materiales filtrantes a emplear en rellenos localizados de zanjas, trasdoses de obras de fábrica o cualquier otra zona donde se prescribe su utilización. Serán áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de cantera, grava natural, escorias o materiales locales exentos de arcilla marga u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica cumplirá las prescripciones siguientes:

El tamaño máximo no será en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), cedazo 80 UNE, el cernido pondera acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5%).

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas, una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junta al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguientes, considerada como terreno; ésta, a su vez, las cumplirá respecto de la siguiente; y así, sucesivamente, hasta llegar al relleno o terreno natural.

Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos se atenderá, únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm), a efecto de cumplimiento de las condiciones anteriores.

- En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:
- Tamaño máximo de árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).
- Coeficiente de uniformidad  $D_{60}/D_{10} < 4$
- El material filtrante será no plástico, y su equivalente de arena será superior a treinta (30).
- El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles. Según la Norma NI-T-1 49/72, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente.

#### 2.3.5. Control de calidad

##### Control de calidad en materiales para pedraplenes y rellenos

El Contratista controlará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en el Artículo 2.3.3 del presente Pliego mediante los ensayos en él indicados que se realizarán sobre una muestra representativa como mínimo con la siguiente periodicidad:



- Una vez al mes
- Cuando se cambie de cantera o préstamo
- Cuando se cambie de procedencia o frente – Cada 1.500 m<sup>3</sup> a colocar en obra.

#### Control de calidad en materiales para capas filtrantes.

El Contratista controlará que la calidad de los materiales se ajuste a lo especificado en el Artículo 2.3.5 del Pliego mediante los ensayos en él indicados que se realizarán, sobre una muestra representativa, como mínimo, con la siguiente periodicidad:

- Una vez al mes
- Cuando se cambie de cantera o préstamo
- Cada 200 metros lineales de zanja
- Cada 500 m<sup>3</sup> a colocar en obra.

### **2.4. Materiales a emplear en pedraplenes y escolleras**

#### **2.4.1. Características generales**

El material destinado a la formación de pedraplenes o escolleras deberá tener la tenacidad necesaria para que no se fracturen ni disgreguen durante los procesos de transporte, colocación y compactación. No deberán ser heladizas, friables ni alterables por los agentes atmosféricos.

#### **2.4.2. Calidad de la roca**

Para su empleo en pedraplenes y escolleras las rocas se clasifican en los siguientes grupos: Rocas adecuadas, rocas inadecuadas, rocas que requieren estudio especial.

#### Rocas adecuadas

Se podrán utilizar los materiales pétreos procedentes de las siguientes rocas, siempre que sean sanas, compactas y resistentes:

- Granitos, granodioritas y sienitas.
- Aplitas, pórfidos y porfiritas.
- Gabros.
- Diabasas, otitas y lamprófidos.
- Ríolitas y dacitas.
- Andesitas, basaltos y limburgitas.
- Cuarzitas y mármoles.
- Calizas y dolomías.
- Areniscas, conglomerados y brechas.

#### Rocas inadecuadas

No se podrán utilizar los materiales procedentes de las rocas siguientes:

- Serpentina.
- Tobas volcánicas y rocas volcánicas piroclásticas.
- Micacitas e illitas.
- Anhidrita, yeso y rocas solubles.
- Tobas calcáreas y caliches.
- Arcosas y limonitas.
- Las rocas que se desintegren espontáneamente al estar expuestas a la intemperie o que, al ser compactadas, sufran una trituración importante o adquieran una consistencia terrosa.

#### Rocas que requieren un estudio especial

Pertenecen a este grupo todas las rocas no incluíbles en ninguno de los dos anteriores. En especial, están incluídas en él las siguientes rocas:

- Peridotitas, traquitas, fonolitas.
- Aglomerados y conglomerados volcánicos.
- Gneis, esquistos y pizarras.
- Migmatitas, comeanas, anfíbolitas y grauvacas.
- Carniolas, margocalizas y margas.
- Argilitas.
- Maciños, molasas, samitas rodenos.



2.4.3. Forma de las partículas

Salvo autorización expresa del Director de Obra, el contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas de forma inadecuada aquéllas en que se verifique:

$(L+G)/2E > 3$  siendo:

L = longitud: separación máxima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

G = grosor: diámetro del agujero circular mínimo que puede ser atravesado por la partícula. E = espesor: separación mínima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

Los valores de L, G y E se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres direcciones perpendiculares entre sí.

2.4.4. Granulometría

Pedraplenes

El material deberá cumplir las siguientes condiciones granulométricas:

- El tamaño máximo no será superior a dos tercios (2/3) del espesor de la tongada compactada.
- El contenido en peso de partículas que pasen por el cedazo 25 UNE será inferior al treinta por ciento (30%).
- El contenido en peso de partículas que pasen por el tamiz 0,080 UNE será inferior al diez por ciento (10%).

Las condiciones anteriores corresponden al material compactado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material.

Además de cumplir las anteriores condiciones, la curva granulométrica total se ajustará al siguiente huso, en el que D es el tamaño máximo del material:

TAMIZ	% QUE PASA
D-10	90 – 100
D-14	45 – 60

D-16	25 – 45
D-64	15 – 35

Tabla 2. Granulometrías aceptadas.

No obstante, a la vista de la información obtenida durante la puesta a punto del método de trabajo el Director podrá modificar dicho huso, adaptándolo a las características del material y al proceso de ejecución.

Escolleras

A menos que en los Planos de Proyecto se especifique otra solución, las escolleras naturales a emplear en la construcción de las obras se clasifican en ocho (8) categorías de acuerdo con el peso características de sus cantos y con los lugares de colocación en obra, que deberán de ser precisamente los que para cada peso se indican en los planos y en los artículos correspondientes del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.



– **Todo uno de cantera:**

Estará constituido por material de detritus de cantera tosco, limpio (<10% de finos) y de forma irregular con un máximo de un 25% en peso inferior a 1 Kg. y también de un 10% superior a 1000 Kg.

Junto a la escollera clasificada de la capa inmediatamente superior y en una distancia inferior a un (1) metro se dispondrá un todo uno seleccionado con cantos de peso comprendido entre 1/10 y 1/20 del peso de la escollera clasificada.

– **Piedras para escolleras:**

Los cantos que han de constituir la escollera natural serán de roca adecuada según el apartado 2.4.2.

Su peso específico no será inferior a dos mil seiscientos (2.600) kilogramos por metro cúbico y su carga de rotura no bajará de mil quinientos (1.500) kilopondios por centímetro cuadrado.

Toda la piedra para escolleras de cualquier categoría y sin clasificar que se emplee en obra ha de ser sana, compacta, dura, áspera y duradera. Ha de ser resistente a la descomposición y desintegración bajo la acción del agua del mar y de las alternativas de humedad y sequedad, o helada y deshielo a que puede estar sometida.

La piedra ha de estar libre de grietas, planos de debilidad y fisuras producidas por las voladuras y otros defectos que la hagan inaceptable o que pudieran contribuir, a juicio de la Dirección de Obra, a su desmoronamiento o rotura durante su manipulación, colocación en obra o exposición al oleaje y a la intemperie.

Todos los cantos que constituyen las escolleras de las distintas categorías serán de forma angulosa, y su dimensión mínima no será menos de una tercera parte de su dimensión mayor rechazándose las losas planas y las lajas delgadas. No se admitirá más de un dos por ciento (2 %) en peso de la piedra limpia pequeña que puede ser necesaria para las operaciones de carga y transporte de las escolleras.

El Contratista, a su costa, efectuará en un Laboratorio Oficial los siguientes ensayos físicos de la piedra que proponga, previamente a su utilización en obra:

1. Peso específico de árido seco en aire (UNE-7083-ASTM-C- 127).
2. Peso específico aparente saturado.
3. Peso específico real.
4. Absorción de agua (ASTM-697).
5. Estabilidad frente a la acción de las soluciones de sulfato sódico o magnésico (UNE-7136).
6. Desgaste de Los Angeles (NLT-149f72) (ASTM-C127).
7. Resistencia a la compresión sobre probetas desecadas a 1 10°C y saturadas (UNE-7242) (ACI-301) (ASTM-C170).
8. Contenido en sulfuros (GONIA).
9. Contenido de carbonatos (NI-T- 116).
10. Inmersión: Se mantendrá una muestra sumergida en agua dulce o salada a quince grados (15°C) de temperatura durante treinta (30) días comprobando su

reblandecimiento o desintegración. Posteriormente se realizará sobre estas muestras el ensayo de desgaste de Los Ángeles.

El Contratista quedará también obligado a presentar un informe geológico de la cantera en el que se determine la clasificación geológica de la piedra y si las fisuras, vetas, planos de rotura u otros planos de poca resistencia están espaciados a suficiente distancia para poder obtener cantos de las escolleras del peso que se ha indicado en este artículo 2.4.4.

La piedra que haya de emplearse se aceptará después de que se haya comprobado su calidad en la forma indicada, a satisfacción de la Dirección de Obra. Todas las pruebas adicionales de la piedra que se juzguen necesarias durante la marcha de los trabajos serán efectuadas por el Contratista a su costa.

La piedra será inspeccionada por el Contratista en la cantera antes de su envío, así como en el lugar de trabajo antes de su colocación en obra. La aprobación preliminar de la cantera o de las muestras presentadas no significará la renuncia al derecho que tiene la Dirección de Obra a rechazar cualquier tipo de piedra que no reúna las condiciones requeridas.

Si durante la ejecución de los trabajos, el Contratista propone el empleo de piedra procedente de una cantera diferente a la cantera o canteras previamente aprobadas, su aceptación estará sujeta a la autorización de la Dirección de Obra y se basará en el informe y ensayos antes indicados. Tales pruebas serán a costa del Contratista y los resultados de las mismas con muestras se presentarán a la Dirección de Obra por lo menos quince (15) días antes del transporte de la piedra a pie de obra.

La piedra rechazada por la Dirección de Obra, que no cumpla los requisitos exigidos en este Pliego, será retirada por el Contratista rápidamente, no volverá a la obra y será satisfactoriamente reemplazada. Si el Contratista no lo efectúa o se demorase en quitar o reemplazar la piedra rechazada, podrá efectuarlo la Propiedad, descontando los gastos que se ocasionen de las cantidades que haya de abonar al Contratista.

#### Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en el presente Pliego mediante los ensayos en él indicados que se realizarán sobre una muestra representativa como mínimo con la siguiente periodicidad:





- Una vez al mes
- Cuando se cambie de cantera o préstamo
- Cuando se cambie de procedencia o frente
- Cada 1000 m<sup>3</sup> colocados en obra

Por otra parte, se controlará con la frecuencia que la Dirección de Obra estime conveniente, que los acopios efectuados en cantera u obra son del peso correspondiente a su categoría., para ello la Dirección de Obra elegirá diez (10) piedras del acopio, hallándose el peso de cada una de ellas.

Se admitirá la partida cuando los pesos del canto no sean inferiores en un 10% a lo especificado en los planos de Proyecto, en tal cantidad que supere al 20% de los cantos contrastados.

## 2.5. Agua a emplear en morteros y hormigones

### 2.5.1. Características

Cumplirá lo prescrito en el Artículo 6º de la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armada" vigente, EHE-98, siendo, asimismo obligatorio el cumplimiento del contenido de los comentarios al citado Artículo, en la medida en que sean aplicables.

Como norma general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

Salvo justificación especial demostrativa de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigidas a la lechada, mortero u hormigón, se rechazarán las aguas que no cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Acidez medida por el pH, igual o superior a cinco (5).
- Sustancias disueltas en cantidad igual o inferior a quince gramos por litro (15 g/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).
- Contenido en sulfatos, expresados en SO<sub>4</sub>, igual o inferior a un gramo por litro (1 g/l) equivalente a mil partes por millón (1.000 p.p.m.)
- Ion cloro en proporción igual o inferior a una décima de gramo por litro (0,1 g/l) equivalente a cien partes por millón (100 p.p.m.) para los hormigones pretensados; a seis gramos por litro (6 g/l) equivalente a seis mil partes por millón (6.000 p.p.m.) para los hormigones armados y a dieciocho mil partes por millón (18.000 p.p.m.) para los hormigones en masa y morteros que no hayan de estar en contacto con armaduras o elementos metálicos.
- Exentas de hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad inferior a quince gramos por litro (15 g/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, a juicio del Director de Obra, especialmente en los cases y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

### 2.5.2. Empleo de agua calidad

Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío con riesgo de heladas, podrá utilizarse para el amasado, sin necesidad de adoptar precaución especial alguna, agua calentada hasta una temperatura de 40°C. Cuando excepcionalmente, se utilice agua calentada a temperatura superior a la antes indicada, se cuidará de que el cemento durante el amasado no entre en contacto con ella mientras su temperatura sea superior a los 40°C.

### 2.5.3. Control de calidad

El Contratista controlará la calidad del agua para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego, y en la Instrucción EHE-98.

Preceptivamente se analizarán las aguas antes de su utilización, y al cambiar de procedencia para comprobar su identidad. Un (1) ensayo completo comprende:



- Un (1) análisis de acidez (pH) (UNE 7.236).
- Un (1) ensayo del contenido de sustancias solubles (UNE 7.130).
- Un (1) ensayo del contenido de cloruros (UNE 7.178).
- Un (1) ensayo del contenido de sulfatos (DNI 7.13 1).
- Un (1) ensayo cualitativo de los hidratos de carbono (UNE 7.132).
- Un (1) ensayo del contenido de aceite o grasa (UNE 7.235).

Cuando los resultados obtenidos estén peligrosamente próximos a los límites prescritos, y siempre que el Director de Obra lo estime oportuno, se repetirán los mencionados análisis, ateniéndose en consecuencia a los resultados sin apelación posible ni derecha a percepciones adicionales por parte del Contratista, caso de verse obligado a variar el origen del suministro.

En particular, cuando el abastecimiento provenga de pozos los análisis deberán repetirse en forma sistemática con la periodicidad de treinta (30) días dada la facilidad con que las aguas de esa procedencia aumentan en salinidad y otras impurezas a lo largo del tiempo, o cuando se produzcan tormentas o lluvias que dejen en el agua partículas en suspensión.

En cualquier caso los defectos derivados por el empleo, en la fabricación o curado de los hormigones, de aguas que no cumplan los requisitos exigidos, serán de la responsabilidad del Contratista.

## 2.6. Cementos

### 2.6.1. Definición

Se denominan cementos o conglomerantes hidráulicos a aquellos productos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido, y son prácticamente estables en contacto con él.

### 2.6.2. Condiciones generales

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos" (RC-88) y el Artículo de la Instrucción EHE-98, junto con sus comentarios, así como lo especificado en el presente Pliego.

### 2.6.3. Tipos de cemento

Las distintas clases de cemento utilizables en las obras a las que afecta este Pliego de las especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cemento" (RC-88), son:

- Pórtland Normal
- Siderúrgico tipos S-11 y S-111
- Puzolánico PUZ – 11
- Portland resistente a yesos P-Y

La resistencia de éstos no será menor de trescientos cincuenta kilos por centímetro cuadrado (350 kg/cm<sup>2</sup>) para cualquier tipo. Las características para cada uno de los tipos serán las definidas en el mencionado Pliego RC-88 con las modificaciones indicadas más adelante.

### 2.6.4. Transporte y almacenamiento

El cemento se transportará y almacenará a granel.

Solamente se permitirá el transporte y almacenamiento de los conglomerantes hidráulicos en sacos, cuando expresamente lo autorice el Director de Obra.

El Contratista comunicará al Director de Obra con la debida antelación, el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la autorización correspondiente.

Las cisternas empleadas para el transporte de cemento estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento transportado en cisternas se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad, en los que se deberá disponer de un sistema de aforo con una aproximación mínima del diez por ciento (10%).

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquéllas otras referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, etc. que estime necesarias el Director de Obra, procederá éste a rechazar o a aprobar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Contratista, por medio de su departamento de Control de Calidad, comprobará, como mínimo una vez al mes y previo aviso a la Dirección de Obra, que durante el vaciado de las cisternas no se llevan a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material y, de no ser así suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas correctoras.

Si la Dirección de Obra autoriza el empleo de conglomerantes hidráulicos en sacos, los almacenes serán completamente cerrados y libres de humedad en su interior. Los sacos o envases de papel serán cuidadosamente apilados sobre planchas de tableros de madera separados del suelo mediante rastreles de tablón o perfiles metálicos. Las pilas de sacos deberán quedar suficientemente separadas de las paredes para permitir el paso de personas. El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que las partidas de cemento sean empleadas en el orden de su llegada. Asimismo el Contratista está obligado a separar y mantener



separadas las partidas de cemento que sean de calidad anormal según el resultado de los ensayos del Laboratorio.

El Director de Obra podrá imponer el vaciado total periódico de los silos y almacenes de cemento con el fin de evitar la permanencia excesiva de cemento en los mismos.

#### 2.6.5. Recepción

A la recepción de obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director de Obra, se llevará a cabo una toma de muestras, sobre las que se procederá a efectuar los ensayos de recepción que indique el Programa de Control de Calidad, siguiendo los métodos especificados en el Pliego General de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos y los señalados en el presente Pliego. Las partidas que no cumplan alguna de las condiciones exigidas en dichos Documentos serán rechazadas.

Las partidas de cemento deberán llevar el Certificado del Fabricante que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo señalado en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos (RC-88) con las siguientes modificaciones:

1. La pérdida al fuego de los cementos Portland no será superior al tres por ciento (3%). En el cemento Puzolánico dicha pérdida al fuego deberá ser inferior al cinco por ciento (5%).
2. En los cementos Portland, el residuo insoluble no será superior a uno por ciento (1%). En los cementos Puzolánicos el residuo insoluble será inferior al trece por ciento (13%).
3. En el cemento Puzolánico los tiempos de fraguado serán:
  4. Principio: Después de dos (2) horas
  5. Final: Antes de tres (3) horas contadas a partir del principio del fraguado.
6. En el cemento puzolánico se limitará el calor de hidratación como sigue:
  7. Inferior a setenta calorías por gramo (70 cal/g) a los siete (7) días.
  8. Inferior a ochenta calorías por gramo (80 cal/g) a los veintiocho (28) días.
9. En el cemento Puzolánico el contenido de óxido de magnesio será inferior al cinco por ciento (5%).
10. En el cemento Puzolánico el contenido de alúmina ( $Al_2O_3$ ) será superior al seis por ciento (6%).

11. En el cemento Puzolánico el contenido de óxido férrico ( $Fe_2O_3$ ) será superior al cuatro por ciento (4%).

12. En el cemento Puzolánico el contenido de óxido cálcico ( $CaO$ ), será superior al cuarenta y ocho por ciento (48%).

13. En el cemento Puzolánico el contenido de sílice ( $SiO_2$ ), será superior al veintidós por ciento (22%).

14. En el cemento Puzolánico, la cantidad de aluminato tricálcico ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ), no debe ser superior al ocho por ciento (8%), con una tolerancia máxima de uno por ciento (1%) medida sobre la muestra correspondiente al clinker utilizado en la fabricación de cemento.

15. El contenido de cenizas volátiles en el cemento Puzolánico oscilará entre el veinticinco por ciento (25%) y el treinta y cinco (35%) de contenido total de la mezcla.

16. El índice de puzolanidad de cemento Puzolánico se ajustará a la curva de Fratini.

17. Adicionalmente en el cemento Puzolánico la expansión se obtendrá en autoclave y debe ser inferior al coma cinco por ciento (0,5%).

18. En el cemento Puzolánico el contenido de aire en el mortero debe ser inferior al doce por ciento (12%) en volumen.

19. El contenido de aluminato tricálcico ( $C_3A$ ) en los cementos Portland Normal no será superior al ocho por ciento (8%), medido sobre una muestra correspondiente al clinker utilizado en la fabricación de cemento, con una tolerancia máxima de uno por ciento (1%) cuando se va a utilizar para confeccionar el hormigón tipo S. Este contenido se limita al 5% en los Cementos Portland Resistente a Yesos.

No se permite mezclar un cemento resistente al yeso con cenizas volátiles ni puzolánicas.

En los cementos siderúrgicos el contenido de escoria no será mayor de cuarenta por ciento (40%) en peso.

El contenido de ion sulfuro ( $S^{2-}$ ) no podrá superar el uno con cinco por ciento (1.5%) en peso.

Cuando el cemento haya estado almacenado en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo igual o superior a tres (3) semanas, se procederá a comprobar que las condiciones de almacenamiento han sido adecuadas. Para ello se repetirán los ensayos de recepción. En ambientes muy húmedos o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, el Director de Obra podrá variar a su criterio el indicado plazo de tres (3) semanas.



#### 2.6.6. Otros cementos

En caso de existir se definirá las condiciones en las que se deberán emplear otros cementos no mencionados en este Pliego.

#### 2.6.7. Control de calidad

El Contratista, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará la calidad de los cementos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos.

Los ensayos se realizarán con la periodicidad mínima siguiente:

1. A la recepción de cada partida en Obra o en Planta se exigirá al Contratista el Certificado de Fabricante, que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo especificado en el apartado de recepción.
2. Cada treinta (30) días si la Dirección de Obra estimara oportuno y se realizarán los siguientes ensayos con cargo al Contratista:
  - Un ensayo de principio y fin de fraguado (Apartado 7.3 de RC-88).
  - Un ensayo de finura de molido (Apartado 7.1 de RC-88).
  - Una inspección ocular.
  - Un ensayo de peso específico real (Apartado 7.2 de RC-88).
  - Un ensayo de expansión en autoclave (Apartado 7.4 de RC-88)
  - Un ensayo de resistencia mecánica de los cementos (Apartado 7.6 de RC-88).
  - Un ensayo de índice de puzolanidad (Apartado 8.21 de RC-88) en caso de utilizar cementos puzolánicos.

Cuando el hormigón sea suministrado por una Planta, se efectuará la toma de muestras de material bajo la supervisión de Jefe de Control de Calidad de Contratista, el cual procederá al enviar de las mismas al Laboratorio. La Dirección de la Obra asistirá si lo considera necesario.

### 2.7. Áridos para hormigones y morteros

#### 2.7.1. Áridos en general

Las características generales de los áridos se ajustarán a lo especificado en el apartado 7.1 de la Instrucción EHE-98, siendo asimismo obligatorio el cumplimiento de las recomendaciones aplicables contenidas en los comentarios al citado apartado.

Se entiende por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no haya lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee la granulometría adecuada para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El contenido de humedad de cualquier árido en el momento de su empleo, no será superior al nueve por ciento (9%) de su volumen (ASTM C566).

La granulometría de áridos para los distintos hormigones se fijará de acuerdo con ensayos previos para obtener la curva óptima y la compacidad más conveniente, adoptando, como mínimo, tres tamaños de áridos. Estos ensayos se harán por el Contratista y bajo supervisión de la Dirección de Obra, cuantas veces sean necesarias para que ésta apruebe la granulometría a emplear. La granulometría y el módulo de finura se determinarán de acuerdo con NLT- 15 0.

El tamaño de los áridos se ajustará a lo especificado en el apartado 7.2 de la Instrucción EHE-98 y a sus comentarios.

La dimensión mínima de los áridos será de sesenta milímetros (60 mm) para hormigón en masa y cuarenta milímetros (40 mm) para hormigón armado.

Los áridos cumplirán las prescripciones contenidas en el apartado 7.3 de la EHE-98 y sus comentarios en lo que se refiere a contenidos de sustancias perjudiciales y reactividad potencial con los álcalis de cemento, utilización de escorias siderúrgicas, pérdida de peso por acción de los sulfatos sódico y magnésico, coeficiente de forma, etc.

La forma y condiciones de almacenamiento se ajustará a lo indicado en el apartado 7.4 de la EH- 91 y sus comentarios. En particular, los áridos se acopiarán independientemente, según tamaños sobre superficies limpias y drenadas, en montones netamente distintos o separados por paredes. En cada uno de estas la tolerancia en la dosificación (áridos de tamaño correspondiente a otros tipos situados en el silo o montón de un tipo determinado), será de cinco por ciento (5%).

#### 2.7.2. Arena

Se entiende por "arena" o "árido fino". El árido o fracción de mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050).

La arena será de grano duro, no deleznable y de densidad no inferior a dos enteros cuatro décimas (2.4). La utilización de arena de menor densidad, así como la procedente de machaqueo de calizas, areniscas o roca sedimentaria en general, exigirá el previo análisis en laboratorio, para dictaminar acerca de sus cualidades.

El porcentaje de partículas alargadas no excederá de quince por ciento (15%) en peso. Corno partícula alargada se define aquella cuya dimensión máxima es mayor que cinco (5) veces la mínima.



El sesenta por ciento (60%) en peso de la arena cuyos granos sean inferiores a tres milímetros (3 mm) estará comprendido entre cero (0), y un milímetro veinticinco centésimas (1,25 mm).

Las arenas calizas procedentes de machaqueo, cuando se empleen en hormigones de resistencia característica a los 28 días igual o menor de 300 kpf/cm<sup>2</sup>, podrán tener hasta un ocho por ciento (8%) de finos, que pasan por el tamiz 0,080 UNE. En este caso el "Equivalente de arena" definido por la Norma UNE 7324-76 no podrá ser inferior a setenta y cinco (75).

#### 2.7.3. Árido grueso

Se entiende por "grava" o "árido grueso", el árido fracción del mismo que resulta retenido por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050).

El noventa y cinco por ciento (95%) de las partículas de los áridos tendrán una densidad superior a dos enteros cinco décimas (2,5).

#### 2.7.4. Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los áridos para que sus características se ajusten a las especificaciones de los apartados 2.8.1. 2.8.2 y 2.8.3 de presente Pliego.

Los ensayos justificativos de todas las condiciones especificadas se realizarán:

- Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos al variar las condiciones de suministro.
- Por otra parte, y con la periodicidad mínima siguiente, se realizarán los siguientes ensayos:

Por cada quinientos (500) metros cúbicos o fracción o una vez cada quince (15) días:

- Un ensayo granulométrico y módulo de finura (NLT- 150).
- Un ensayo de contenido de material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7050 (UNE 7135).

Una vez cada quince (15) días y siempre que las condiciones climatológicas hagan suponer una posible alteración de las características:

- Un ensayo de contenido de humedad (ASTM C566). Una vez cada dos (2) meses:
- Un ensayo de contenido de materia orgánica (UNE 7082). Una vez cada seis (6) meses
- Un ensayo de contenido de partículas blandos (UNE 7134) únicamente en el árido grueso.
- Un ensayo de contenido de terrones de arcilla (UNE 7133).
- Un ensayo de contenido de materiales ligeros (UNE 7244).
- Un ensayo de contenido de azufre (UNE 7245).
- Un ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos (UNE 7136).
- Un ensayo de reactividad a los álcalis (UNE 7137).
- Un ensayo de determinación de la forma de las partículas (UNE 7238) únicamente para el árido grueso.
- Un ensayo de resistencia a la abrasión (NLT-149).
- Un ensayo de estabilidad de las escorias siderúrgicas (UNE 7243) cuando éstas se emplean como árido fino.
- Un ensayo de resistencia a la abrasión (NLT-149) únicamente para hormigones con árido antiabrasivo.

## 2.8. Hormigones

### 2.8.1. Definición

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

### 2.8.2. Clasificación y características

Para las obras de estructuras en plantas de tratamiento, obras de fábrica, depósitos, pavimentos, puentes y estructuras en general se utilizarán las siguientes clases de hormigones.

Clase S: Gran capacidad, densidad, durabilidad, para estructuras en contacto con terrenos agresivos, aguas residuales, gases producidos por aguas residuales o vapores. En función de la agresividad se definen dos tipos, S-I y S-II.

Clase E: Hormigón compacto, duro y de alta durabilidad para utilización en estructuras, soleras y obras en genera que no estén en contacto con terrenos agresivos, aguas residuales, vapores producidos por aquellas o gases. En función de su resistencia se definen cuatro tipos, E-I, E-II, E-III y E-IV.

En el cuadro siguiente se especifica la resistencia característica de cada clase de hormigón, así como su área de utilización, salvo indicación en otro sentido en los Planos.





CLASE	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	USO
S-I	275	Ambientes con agresividad débil según DIN 4030
S-II	300	Ambientes con agresividad fuerte o muy fuerte según DIN 4030
E-I	125	Hormigón de limpieza, rellenos, camas y otras obras de hormigón en masa
E-II	175	Camas armadas, cunetas y rigolas, aceras, macizos, zapatas, soleras, pilotes y pantallas
E-III	200	Muros excepto los correspondientes al E-IV
E-IV	250	Muros de depósitos, pilares, pilas, vigas, losas, forjados y cubiertas

Tabla 3. Resistencia del cada tipo de hormigón y su área de utilización.

2.8.3. Dosificación

Para el estudio de las dosificaciones de las distintas clases de hormigón, el Contratista deberá realizar por su cuenta y con una antelación suficiente a la utilización en obra del hormigón de que se trate, todas las pruebas necesarias, de forma que se alcancen las características exigidas a cada clase de hormigón, debiendo presentarse los resultados definitivos a la Dirección de Obra para su aprobación al menos siete (7) días antes de comenzar la fabricación del hormigón.

Las proporciones de árido fino y árido grueso se obtendrán por dosificación de áridos de los tamaños especificados, propuesta por el Contratista y aprobada por la Dirección de Obra.

Las dosificaciones obtenidas y aprobadas por la Dirección de la Obra a la vista de los resultados de los ensayos efectuados, únicamente podrán ser modificadas en lo que respecta a la cantidad de agua, en función de la humedad de los áridos.

Salvo modificación expresa en el P.P.T.P. la cantidad de cemento mínima, será de 360 kgfm<sup>3</sup> en los hormigones de Clase S-1 y S-II, en los cuales la granulometría será A/B 20.

En el hormigón curado al vapor el contenido de ion cloro no podrá superar el 0.1 % del peso de cemento.

2.8.4. Resistencia

La resistencia de los hormigones se ajustará a la especificada en los demás documentos, y especialmente en los Planos del proyecto para cada caso.

Para comprobar que con las dosificaciones propuestas se alcanzan las resistencias previstas se actuará de la siguiente forma:

Por cada dosificación se fabricarán, al menos, cuatro (4) series de amasadas, tomando tres (3) probetas de cada serie. Se operará de acuerdo con los métodos de ensayo UNE 7240 y UNE 7242. Se obtendrá el valor medio fcm de las resistencias de todas las probetas, el cual tenderá a superar el valor correspondiente de la tabla siguiente, siendo fck el valor de la resistencia de proyecto:

CONDICIONES PREVISTAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	VALOR APROXIMADO DE LA RESISTENCIA MEDIA FCM NECESARIA EN LABOR
Medias	$f_{cm} = 1,50 f_{ck} + 20 \text{ kp/cm}^2$
Buenas	$f_{cm} = 1,35 f_{ck} + 15 \text{ kp/cm}^2$
Muy buenas	$f_{cm} = 1,20 f_{ck} + 10 \text{ kp/cm}^2$

Tabla 4. Valor fck según las condiciones de ejecución de la obra.

En el caso de que no se alcanzase el valor fcm se procedería a variar la dosificación y se comprobaría de nuevo de igual manera hasta que ese valor fuese alcanzado.

Las condiciones previstas para la ejecución de las obras son "Buenas" de acuerdo con lo indicado en los comentarios al Artículo 67 de la Instrucción EHE-98.

Las condiciones previstas para la ejecución podrán ser modificadas por la Dirección de Obra, debiendo tenerse en cuenta los valores del cuadro anterior.



2.8.5. Consistencia

La consistencia de los hormigones empleados en los distintos elementos salvo modificación expresa en el P.P.T.P., o en artículos de este Pliego será la siguiente:

CLASE DE HORMIGÓN	ASIENTO EN EL CONO DE ABRAMS (CM)	TOLERANCIAS (CM)
S	3-9	1
E	3-9	1

Tabla 5. Asiento del Cono de Abrams en función de la clase de hormigón.

2.8.6. Hormigones preparados en planta

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán a la EHE-08.

Se deberá demostrar a la Dirección de Obra que el suministrador realice el control de calidad exigido con los medios adecuados para ello.

El suministrador del hormigón deberá entregar cada carga acompañada de una hoja de suministro (albarán) en la que figuren como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre de la central de hormigón preparado.
- Número de serie de la hoja de suministro
- Fecha de entrega
- Nombre del utilizador
- Designación y características del hormigón.. indicando expresamente las siguientes:
  - o Cantidad y tipo de cemento.
  - o Tamaño máximo del árido.
  - o Resistencia característica a compresión.
  - o Consistencia.
- Clase y marca de aditivo si lo contiene.
- Lugar y tajo de destino.
- Cantidad de hormigón que compone la carga.
- Hora en que fue cargado el camión.
- Hora límite de uso para el hormigón.

2.8.7. Control de calidad

Resistencia del hormigón

a) Ensayos característicos.

Para cada uno de los tipos de hormigón utilizado en las obras se realizarán, antes del comienzo del hormigonado, los ensayos característicos especificados por la Instrucción EHE-08, artículo 68.

b) Ensayos característicos.

Se realizará un control estadístico de cada tipo de los hormigones empleados según lo especificado por la Instrucción EHE-98, artículo 69 para el Nivel Normal.

El Contratista por medio de su departamento de Control de Calidad procederá a la toma de probetas y a su adecuada protección marcándolas para su control. La rotura de probetas se hará en un laboratorio oficial aceptado por la Dirección de Obra, estando el Contratista obligado a transportarlas al mismo antes de los siete (7) días a partir de su confección.

Todos los gastos producidos por la elaboración, transporte, rotura, etc., serán a cuenta del Contratista.

Si el Contratista desea que la rotura de probetas se efectúe en laboratorio distinto, deberá obtener la correspondiente autorización de la Dirección de Obra y todos los gastos serán de su cuenta.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con UNE 41118 "Toma de muestras del hormigón fresco". Cada serie de probetas será tomada de un amasado diferente y completamente al azar, evitando cualquier selección de la mezcla a ensayar, salvo que el orden de toma de muestras haya sido establecido con anterioridad a la ejecución. El punto de toma de la muestra será a la salida de la hormigonera y en caso de usar bombeo, a la salida de la manguera.

Las probetas se moldearán, conservarán y romperán según los métodos de ensayo UNE 7240 y UNE 7242.

Las probetas se numeraran marcando sobre la superficie con pintura indeleble, además de las fechas de confección N, rotura, letras y números de identificación. La Dirección de Obra, al comienzo de los trabajos, definirá, de acuerdo con las características de la obra, la nomenclatura a emplear en cada caso.

La cantidad mínima de probetas a moldear por cada serie para el ensayo de resistencia a la comprensión será de seis (6), con objeto de romper una pareja a los siete (7) días y cuatro (4) a los veintiocho (28) días. Deberán moldearse adicionalmente las que se requieran como testigos en reserva y las que se destinen a curado de obra, según determine la Dirección de Obra.



Si una probeta utilizada en los ensayos hubiera sido incorrectamente moldeada, curada o ensayada, su resultado será descartado y sustituido por el de la probeta de reserva, si la hubiera. En el caso contrario la Dirección de Obra decidirá si las probetas restantes deben ser identificadas como resultado global de la serie o la misma debe ser eliminada.

Se efectuará un ensayo de resistencia característica en cada tajo con la periodicidad y sobre los tamaños de muestra que a continuación se detallan:

- Hormigón de limpieza, rellenos y comas armadas y sin armar, aceras, rigolas, cunetas, etc.: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada una cada doscientos metros cúbicos ( $200 \text{ m}^3$ ) o dos (2) semanas.
- Hormigón en macizos de anclaje: cinco (5) series de seis (6) probetas cada doscientos metros cúbicos ( $200 \text{ m}^3$ ) o una (1) semana.
- Hormigón en zapatas, soleras y muros excepto depósitos– cuatro (4) series de seis (6) probetas cada cien metros cúbicos ( $100 \text{ m}^3$ ) y mínimo una (1) serie por cada obra de fábrica o fracción hormigonada en el día.
- Hormigón en muros de depósito: seis (6) series de seis (6) probetas cada cien metros cúbicos ( $100 \text{ m}^3$ ) y mínimo dos (2) series por día de hormigonado.
- Hormigón en pilares, pilas, vigas, losas, forjados y cubiertas: seis (6) series de seis (6) probetas cada cien metros cúbicos ( $100 \text{ m}^3$ ) y mínimo una (1) serie por cada obra de fábrica y día de hormigonado.
- Hormigón en pilotes y micropilotes. una (1) serie de seis (6) probetas cada dos (2) pilotes y mínimo una (1) serie al día.
- Hormigón en pantallas: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada ciento cincuenta metros cúbicos ( $150 \text{ m}^3$ ) y mínimo una (1) serie al día.

No obstante los criterios anteriores podrán ser modificados por la Dirección de Obra, en función de la calidad y riesgo de la obra hormigonada.

Para estimar la resistencia esperable a veintiocho (28) días se dividirá la resistencia a los siete (7) días por 0.65. Si la resistencia esperable fuera inferior a la de proyecto el Director de Obra podrá ordenar la suspensión del hormigonado en el tajo al que corresponden las probetas. Los posibles retrasos originados por esta suspensión, serán imputables al Contratista.

Si los ensayos sobre probetas curadas en laboratorio resultan inferiores al noventa (90) por ciento de la resistencia característica y/o los efectuados sobre probetas curadas en las mismas condiciones de obra incumplen las condiciones de aceptabilidad para hormigones de veintiocho días de edad, se efectuarán ensayos de información de acuerdo con el Artículo 70 de EHE-08.

En caso de que la resistencia característica a veintiocho (28) días resultara inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de Obra, reservándose

siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro de Precios para la unidad de que se trata.

#### Consistencia del hormigón

La determinación de la consistencia del hormigón se efectuará según UNE 7103 con la frecuencia más intensa de las siguientes en cada tajo:

- Cuatro (4) veces al día y una de ellas en la primera mezcla de cada día
- Una vez cada veinte (20) metros cúbicos o fracción.

#### Relación agua/cemento

Ensayos de control. Se comprobará la relación agua/cemento con la siguiente frecuencia:

- Hormigón tipo S: una vez cada  $20 \text{ m}^3$  o elemento.
- Hormigón tipo E: una vez cada  $25 \text{ m}^3$  o elemento.

## **2.9. Piezas prefabricadas de hormigón armado**

### **2.9.1. Piezas no estructurales**

#### Definición

Se definen como piezas prefabricadas no estructurales de hormigón armado aquellos elementos de hormigón fabricados "in situ" o en fábrica que se colocan o montan una vez conseguida la resistencia adecuada. Incluye cualquier elemento cuya prefabricación haya sido propuesta por el Contratista y aceptada por la Dirección de Obra.

#### Condiciones generales

Independientemente de lo que sigue, la Dirección de Obra podrá ordenar la toma de muestras para su ensayo y efectuar la inspección de los procesos de fabricación, en el lugar de los trabajos siempre que lo considere oportuno.



### Recepción

Los elementos no presentarán coquera alguna que deje vistas las armaduras. Asimismo, no presentarán superficies deslavadas en las lisas, y rugosidad y uniformidad de la misma en las lavadas, aristas descantilladas, armaduras superficiales, coqueras o señales de discontinuidad en el hormigón que a juicio de la Dirección de Obra hagan rechazable la pieza.

### Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los elementos prefabricados por medio del Certificado del Fabricante, y realizará una inspección ocular de todos y cada uno de los elementos en la que comprobará que no presentan defectos que los hagan rechazables.

#### 2.9.2. Piezas estructurales

### Definición

Se definen como piezas prefabricadas estructurales de hormigón armado aquellos elementos de hormigón fabricados en obra o en fábrica que se colocan o montan una vez adquirida la resistencia adecuada.

### Características geométricas y mecánicas

Los elementos prefabricados se ajustarán totalmente a la forma, dimensiones y características mecánicas especificadas en los Planos y Pliego. Si el Contratista pretende modificaciones de cualquier tipo su propuesta debe ir acompañada de la justificación de que las nuevas características cumplen, en iguales o mejores condiciones, la función encomendada en el conjunto de la obra al elemento de que se trate y no suponen incremento económico ni de plaza. La aprobación por la Dirección de Obra, en su caso, no libera al Contratista de la responsabilidad que le corresponde por la justificación presentada.

En los casos en que el Contratista proponga la prefabricación de elementos que no estaban proyectados como tales, acompañará a su propuesta descripción, planos, cálculos y justificación de que el elemento prefabricado propuesto cumple, en iguales o mejores condiciones que el no prefabricado-proyectado, la función encomendada en el conjunto de la obra al elemento de que se trate. Asimismo presentará el nuevo plan de trabajos en el que se constata la reducción del plazo de ejecución con respecto al previsto.

El importe de los trabajos en ningún caso superará lo previsto para el caso en que se hubiera realizado según lo proyectado. La aprobación de la Dirección de Obra, en su caso, no liberará al Contratista de la responsabilidad que le corresponde en este sentido.

### Materiales

Los materiales a emplear en la fabricación de los elementos prefabricados serán los siguientes:

- Hormigón HA-25 como mínimo para elementos prefabricados en obra y HA-30 para elementos prefabricados en fábrica.
- Armadura AEH-500N

Deberán cumplir las condiciones establecidas en el presente Pliego para las estructuras de hormigón armado.

### Expediente de fabricación

El Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección de Obra un expediente en el que se recojan las características esenciales de los elementos a fabricar, materiales a emplear, proceso de fabricación y de curado, detalles de la instalación en obra o en fábrica, tolerancias y control de calidad a realizar durante la fabricación, pruebas finales de los elementos fabricados, precauciones durante su manejo, transporte y almacenaje y prescripciones relativas a su montaje y acoplamiento a otros elementos, todo ello de acuerdo con las prescripciones que los Planos y el Pliego establezcan para los elementos en cuestión.

La aprobación por la Dirección de Obra de la propuesta del Contratista no implica la aceptación de los elementos prefabricados, que queda supeditada al resultado de los ensayos pertinentes.

### Encofrados

Los encofrados y sus elementos de enlace, cumplirán todas las condiciones de resistencia, indeformabilidad, estanqueidad y lisura interior, para que sean cumplidas las tolerancias de acabado indicados más adelante.

La Dirección de Obra podrá ordenar la retirada de los elementos de encofrado que no cumplan estos requisitos.

Los encofrados a emplear en la prefabricación serán los previstos en la construcción de las obras de hormigón armado "in situ".



Los encofrados de madera, se emplearán excepcionalmente, salvo en los casos en que este material tenga el tratamiento previo necesario para asegurar su impermeabilidad, indeformabilidad, perfecto acabado de la superficie, y durabilidad. Los tableros del encofrado de madera común deberán humedecerse antes del hormigonado, y estar montados de forma que se permita el entumecimiento sin deformación.

Se podrá hacer uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, después de haber hecho pruebas y lo haya autorizado la Dirección de Obra.

#### Hormigonado de las piezas

La compactación se realizará por vibración o vibrocompresión.

El empleo de vibradores estará sujeto a las normas sancionadas por la experiencia.

Si se emplean vibradores de superficie, se desplazarán lentamente, para que refluya la lechada uniformemente, quedando la superficie totalmente húmeda. Los vibradores internos tendrán una frecuencia mínima de seis mil ciclos por minuto.

El hormigonado por tongadas, obliga a llevar el vibrador hasta que la punta entre en la tongada subyacente.

Si el vibrado se hace con el encofrado o molde, los vibradores deberán estar firmemente sujetos y dispuestos de forma que su efecto se extienda uniformemente a toda la masa.

Otros métodos de compactación deberán estar avalados por experimentación suficiente antes de aplicarlos a piezas que vayan a ser empleadas en obra.

No se establecerán juntas de hormigonado no previstas en los Planos. Antes de iniciar el hormigonado de una pieza se tendrá total seguridad de poder terminarla en la misma jornada.

#### Curado

El curado podrá realizarse con vapor de agua, a presión normal, y en tratamiento continuo. Cuando se empleen métodos de curado normal, se mantendrán las piezas protegidas del sol y de corrientes de aire, debiendo estar las superficies del hormigón constantemente humedecidas. Cuando se emplee vapor de agua en el curado, deberá previamente haberse justificado ante la Dirección de Obra, el proceso a seguir, mediante ensayos que atiendan los siguientes aspectos:

1. Período previo necesario de curado normal al aire, a temperatura ordinaria.

2. Tiempo necesario para incrementar la temperatura desde la ambiente a la máxima requerida.
3. Máxima temperatura que debe alcanzarse.
4. Período de tiempo que la pieza debe estar a la máxima temperatura.
5. Velocidad de enfriamiento, desde la máxima temperatura hasta llegar a la temperatura ordinaria.

De esta forma se establecerá el tiempo total que durará el proceso de curado. Si durante el proceso de curado de una pieza, se produce avería en la instalación, deberá repetirse el proceso completo, o aplicar el método normal de curado al aire, durante un período mínimo de siete (7) días. Todas las piezas curadas al vapor deberán tener además un período adicional de curado normal de cuatro (4) días. Durante el curado normal, se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, con agua que cumpla lo exigido en este Pliego. Cuando, después de un proceso completo de curado con vapor, se hayan alcanzado las resistencias mínimas exigidas para el transporte antes de iniciarse éste, la Dirección de Obra podrá exigir el empleo de un líquido de curado de calidad conocida, si a su juicio es necesario.

#### Desencofrado, acopio y transporte a obra dentro de la misma

El encofrado se retirará sin producir sacudidas o choques a la pieza. Simultáneamente, se retirarán todos los elementos auxiliares del encofrado.

En todas las operaciones de manipulación, transporte, acopio y colocación en obra, los elementos prefabricados no estarán sometidos en ningún punto a tensiones más desfavorables de las establecidas como límite en un cálculo justificativo, que habrá de presentar el Contratista con una antelación mínima de 30 días al de comienzo de la fabricación de las piezas.

Los puntos de suspensión y apoyo de las piezas prefabricadas, durante las operaciones de manipulación y transporte, deberán ser establecidos teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior y claramente señalados en las piezas, e incluso disponiendo en ellas de los ganchos o anclajes, u otros dispositivos, especialmente diseñados para estas operaciones de manipulación, acopio y transporte.

El Contratista, para uso de su personal, y a disposición de la Dirección de Obra deberá redactar instrucciones concretas de manejo de las piezas, para garantizar que las operaciones antes citadas se realizan correctamente.

#### Tolerancias geométricas

Las tolerancias geométricas de los elementos prefabricados serán las siguientes, salvo otra indicación en los Planos de Proyecto:





- Sección interior de dimensiones uniformes con diferencias máximas respecto a la sección tipo + 1 %, no mayor de + 15 mm
- Longitud de cada pieza + 10 mm
- Los frentes de cada pieza tendrán todos su superficie a menos de 2 cm del plano teórico que lo limita.
- Las diferencias que presenten las superficies al apoyar una regla de dos metros, serán menor de 1 cm.
- Los espesores no presentarán variaciones respecto al nominal superiores al 10% en más y al 5% en menos, con valores absolutos de 15 y 7 mm (quince y siete milímetros), respectivamente.
- Los resaltes aislados serán menores de 3 mm en las caras vistas y 10 mm en las ocultas.
- El resto de las piezas prefabricadas tendrán sus tolerancias marcadas en los Planos de Proyecto o en su defecto serán las señaladas para los hormigones ejecutados "in situ".

#### Control de calidad

El Contratista bien por sí mismo o por medio del fabricante efectuará los ensayos previstos para comprobar que los elementos prefabricados de hormigón cumplen las características exigidas. Los ensayos mínimos a realizar son los establecidos para las obras de hormigón armado en este Pliego.

### **2.10. Maderas**

#### **2.10.1. Características de la madera de obra**

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados y demás medios auxiliares deberá cumplir las condiciones siguientes:

Proceder de troncos sanos apeados en sazón.

Haber sido desecada al aire protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos (2) años. No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.

Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia a. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.

Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas, y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.

Presentar anillos anuales de aproximada regularidad. Dar sonido claro por percusión.

#### **2.10.2. Formas y dimensiones**

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes.

La madera de construcción escuadrada será madera terminada a sierra, de aristas vivas y llenas.

No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar.

#### **2.10.3. Control de calidad**

El Contratista controlará la calidad de la madera a emplear en la obra para que cumpla con las características señaladas en el presente Pliego.

La madera a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra.

### **2.11. Encofrados**

#### **2.11.1. Definición y clasificación**

Se define como encofrado el elemento destinado al relleno "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón. El encofrado puede ser de madera o metálico según el material que se emplee. Por otra parte el encofrado puede ser fijo o deslizante.

Tipos de encofrado.

- De madera
- Machibembrada
- Tableros fenólicos
- Escuadra con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto
- Metálicos.

#### **2.11.2. Características técnicas**

Las características de los distintos tipos de encofrado son las siguientes:

#### Encofrados de madera

La madera tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón. La madera para encofrados será



preferiblemente de especies resinosas, y de fibra recta. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase ISO, según la Norma UNE 56525-72. Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encerrados serán de las características adecuadas.

Sólo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o a imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido que manchen o coloreen los paramentos.

El número máximo de puestas, salvo indicación en contrario por parte de la Dirección de Obra, será de tres (3) en los encofrados vistos y de seis (6) en los encofrados no vistos.

Las dimensiones de los paneles, en los encofrados vistos, será tal que permita una perfecta modulación de los mismos, sin que, en los extremos, existan elementos de menor tamaño que produzcan efectos estéticos no deseados.

#### Encofrados metálicos

Los aceros y materiales metálicos para encofrados deberán cumplir las características del apartado correspondiente de forma y dimensiones del presente Pliego.

#### 2.11.3. Control de recepción

Serán aplicables los apartados de Control de Calidad para los correspondientes materiales que constituyen el encofrado.

Los encofrados a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra.

### **2.12. Arenas**

#### 2.12.1. Definición

Se denomina arena, a la fracción de áridos inferiores a 4 ó 5 mm y sin partículas de arcilla, es decir, con tamaños superiores a 80 micras.

#### 2.12.2. Características técnicas

Serán preferibles las arenas de tipo silíceo (arenas de río). Las mejores arenas son las de río, ya que, salvo raras excepciones, son cuarzo puro, por lo que no hay que preocuparse acerca de su resistencia y durabilidad.

Las arenas que provienen de] machaqueo de granitos, basaltos y rocas análogas son también excelentes, con tal de que se trate de rocas sanas que no acusen un principio de descomposición.

Deben rechazarse de forma absoluta las arenas de naturaleza granítica alterada (caolinización de los feldespatos).

#### 2.12.3. Control de recepción

Las arenas destinadas a la consecución de hormigones no deberán contener sustancias perjudiciales para este.

La instrucción EHE-08 señala la obligatoriedad de realizar una serie de ensayos y unas limitaciones en los resultados de las mismas.

La realización de estos ensayos es siempre obligatoria, para lo cual deberá enviarse al laboratorio una muestra de 15 litros de arena.

Una vez aprobado el origen de suministro, no es necesario realizar nuevos ensayos durante la obra si, como es frecuente, se está seguro de que no variarán las fuentes de origen. Pero si éstas varían (caso de canteras con diferentes vetas) o si alguna característica se encuentra cerca de su límite admisible, conviene repetir los ensayos periódicamente, de manera que durante toda la obra se hayan efectuado por lo menos cuatro controles.

El Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra los acopios de materiales y su procedencia para efectuar los correspondientes ensayos de aptitud si es conveniente. El resultado de los ensayos será contrastado por la Dirección de Obra, pudiendo ésta realizar cualquier otro ensayo que estime conveniente para comprobar la calidad de los materiales.

### **2.13. Zahorras artificiales**

#### 2.13.1. Definición

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso. Zahorra natural es el material formado básicamente por partículas no trituradas.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:



PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

2.13.2. Características técnicas

Los materiales para la zahorra artificial procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural. Para la zahorra natural procederán de graveras o depósitos naturales, suelos naturales o una mezcla de ambos.

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001–2006, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (5%), según la UNE–EN 1744–1. La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio, según la UNE–EN 196–2, sea menor o igual al cinco por ciento (5%) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos.

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro, según la UNE–EN 1744–1.

2.13.3. Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO<sub>3</sub>), determinado según la UNE–EN 1744–1, será inferior al cinco por mil (0,5%) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (1%) en los demás casos.

2.13.4. Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

En el caso de las zahorras artificiales el coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE 146130, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la UNE–EN 933–8, del material de la zahorra artificial deberá cumplir lo indicado en la Tabla 6. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE–EN 933–9, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco unidades a los valores indicados en la Tabla 6.

T00 a T1	T2 a T4 arcenes de T00 a T2	Arcenes de T3 y T4
EA > 40	EA > 35	EA > 30

Tabla 6. Equivalente de arena de la zahorra artificial.

2.13.5. Plasticidad

El material será "no plástico", según la UNE 103104, para las zahorras artificiales en cualquier caso; así como para las zahorras naturales en carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T3; en carreteras con categoría de tráfico pesado T4 el límite líquido de las zahorras naturales, según la UNE 103103, será inferior a veinticinco (25) y su índice de plasticidad, según la UNE 103104, será inferior a seis (6).

En el caso de arcenes no pavimentados, de las categorías de tráfico pesado T32 y T4 (T41 y T42), el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá admitir, tanto para las zahorras artificiales como para las naturales que el índice de plasticidad según la UNE 1031204, sea inferior a diez (10), y que el límite líquido, según la UNE 103103, sea inferior a treinta (30).

2.13.6. Resistencia de la fragmentación

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE–EN 1097–2, de los áridos para la zahorra artificial no deberá ser superior a los valores indicados en la Tabla 7.



PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

CATEGORIA TRAFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y arcenes
30	35

Tabla 7. Valor máximo del coeficiente de los ángeles para los áridos de la zahorra artificial

Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones de resistencia a compresión final superior a treinta y cinco Megapascals (35 MPa), así como para áridos siderúrgicos, el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en Tabla 7.

En el caso de los áridos para la zahorra natural, el valor del coeficiente de Los Ángeles será superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la Tabla 7, cuando se trate de áridos naturales. Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones y para áridos siderúrgicos a emplear como zahorras naturales el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior hasta en diez (10) unidades a los valores que se exigen en la tabla.

2.13.7. Angulosidad

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, para las zahorras artificiales será del cien por ciento (100%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0, del setenta y cinco por ciento (75%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T1 y T2 y arcenes de T00 y T0, y del cincuenta por ciento (50%) para los demás casos.

2.13.8. Control de recepción

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola tongada de zahorra:

- Una longitud de quinientos metros (500m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m2) de calzada.
- La fracción construida diariamente.
- 

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro (1 hm).

Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba. En los mismos puntos donde se realice el control de la densidad se determinará el espesor de la capa de zahorra.

Se realizará un (1) ensayo de carga con placa, según la NLT-357, sobre cada lote. Se llevará a cabo una determinación de humedad natural en el mismo lugar en que se realice el ensayo de carga con placa.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 510.7.4.

2.14. Módulos de pantalan flotante

2.14.1. Definición

Se entiende incluida en esta definición todos los elementos integrantes de un modulo de pantalan.

2.14.2. Características técnicas

Características generales

Su estructura será enteramente de aluminio anticorrosivo soldado y superficie pisable de madera de teca. Las tablas irán sujetas mediante remaches sobre perfiles de aluminio soldados al resto de la estructura, evitándose los clavos, grapas, etc., por el riesgo de aflojamiento.

La superficie pisable está formada a base de tablas de 20 mm con moldurado antiderrapante con características antirreflejantes, autolimpiantes, antitérmicas y no ruidosa al tránsito. La teca africana es imputrescible.

Su flotabilidad quedará asegurada para una sobrecarga de 135 Kg/m² y una reserva de flotabilidad del 10%.

Su diseño estructural admitirá una carga de 300 Kg/m² con una deflexión menor de 7 cm considerándolo biapoyado entre flotadores.



Aluminio

Se emplearán perfiles y planchas soldados por el proceso MIG, de características mecánicas comprendidas entre:

- Planchas 5086: 2500 a 3300 Kgfc<sup>2</sup> sometida al tratamiento de base semiduro–recocido.
- Perfiles 6061–T6: 2700 a 3 100 Kgfc<sup>2</sup> sometida a templado y, revenido.

Flotadores

Los flotadores que compondrán los pontones flotantes estarán fabricados a base de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio obteniéndose una densidad de 2600 Kg/m<sup>2</sup>. Su color de acabado es gris claro. Irán provistos de un bloque interior de poliestireno expandido de densidad 10-12 Kgfm<sup>3</sup> que los hará insumergibles.

Madera

La superficie pisable será de madera IROKO, también llamada teca africana, madera tropical imputrescible de densidad mínima 800 Kg/m<sup>3</sup> y resistencia a tracción de 84 Kg/cm<sup>2</sup> y estará exenta de nudos. Las dimensiones de cada tabla serán de 170 x 20 mm de sección y presentarán una superficie de moldurada antideslizante a base de cuatro estrías en forma de V.

Tornillería y ejes

Será toda de acero inoxidable de calidad AISI 316 (18/8/2). Todas las tuercas se preveen del tipo autoblocante inaflojable.

Remaches

Los remaches empleados en la fijación de las tablas de madera a sus respectivos perfiles de apoyo, estarán compuestos por la aleación de aluminio AlMg3. Tendrán un diámetro de 4 mm, resistencia al cizallamiento comprendida entre 200–230 Kp y una resistencia a su extracción comprendida entre 230–270 Kp.

**2.15. Cornamusas**

2.15.1. Definición

Las cornamusas son elementos metálicos que permiten el amarre de las embarcaciones a los fingers y pantalanés. Se encuentran situadas sobre fingers y pantalanés. Sus características geométricas se detallan en planos.

2.15.2. Características técnicas

Serán de fundición de aluminio aleado anticorrosivo del tipo AS 7 G. con la siguiente composición:

Fe	0.45
Si	6.5-7.5
Cu	0-0.1
Zn	0.2
Mg	0.4
Mn	0-0.5
Ni	0-0.05
Ti	0.1-0.2
Al	resto

Tabla 8. Composición del aluminio a emplear en las cornamusas.

Con carga de rotura 2600 Kg y límite elástico 1800 Kg/cm<sup>2</sup>.

**2.16. Anilla de deslizamiento**

Su diámetro está en relación al del pilote guía. Su fijación al perfil lateral del pantalán es regulable, sin necesidad de taladros. Los rodillos son de nylon y toda la tornillería a ejes de acero inoxidable. Sus características se definen en planos.



**2.17. Finger****2.17.1. Definición**

Elementos de amarre que se colocan perpendiculares a los pantalanes y facilitan el amarre de las embarcaciones sin necesidad de pesos muertos. Se entiende incluida en esta definición todos los elementos integrantes de un finger.

**2.17.2. Características técnicas**

La estructura es similar a la que equipan los pantalanes flotantes así como la calidad del entarimado de madera exótica imputrescible y la protección de sus extremos por salientes de perfil de aluminio.

Las vigas que componen la estructura a modo de cordón perimetral tendrán una sección mínima de 16 cm<sup>2</sup>. La estructura del finger deberá soportar una carga horizontal concentrada en su extremo libre de 1600 Kp o una carga uniformemente repartida de 400 Kp/m aplicadas indistintamente.

Su unión al pontón principal será tal que le permita sumergirse en el caso de abordaje absorbiendo de este modo la energía de deformación que, en case de estar unido rígidamente al pontón principal. Pudieran deformarle.

**2.18. Pilote guía**

El pilote guía permite la fijación horizontal de los pantalanes. Consiste en un tubo metálico hincado en el terreno.

**2.18.1. Características técnicas**

Su diámetro y distancia entre unidades consecutivas depende del tamaño de las embarcaciones, calado, carrera de marea, oleaje, corrientes, viento y naturaleza del fondo. Deben protegerse contra la oxidación a base de pinturas bituminosas.

Serán de acero de calidad X-60 con  $\sigma_{\min} = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ . Los pilotes se chorrearán con arena hasta el grado Sa-3 y, posteriormente se pintarán con una chapa de imprimación a base de pintura epoxi-zinc, pinturas de brea-epoxi y pintura vinílica de larga duración.

**2.19. Armarios de servicio****2.19.1. Definición**

Los armarios de servicio a la intemperie situados sobre los pantalanes proporcionan las tomas de energía eléctrica y agua en los atraques. Cada armario dará ser-vicio a dos embarcaciones.

**2.19.2. Características técnicas**

El armario, tal y como se define en planos, consta de una caja paralelepípedica de 400x200x300 mm. Irá a la intemperie y será de poliéster reforzado con fibra de vidrio. El interior constará de los siguientes equipos:

- 1 lámpara fluorescente de 15 W, con reactancia, cebador y, condensador de 5  $\mu\text{F}$  protegido por fusible.
- 2 bases de 6000 W CA-22a protegidas por un relé diferencial de sensibilidad 0.3 A de 40 A y dos interruptores automáticos magnetotérmicos de 20 A.
- 2 tomas de agua de conexión rápida tipo “Gardma” de cierre y desconexión automático.

**2.20. Balizas y luminarias****2.20.1. Balizas**

Torreta metálica Piramidal TPM de 3,00 metros de altura focal, fabricado en plancha de acero naval de 4 mm. de espesor galvanizada en caliente, con puerta de acceso a equipos de alimentación, escalera de pates y aros de servicio, totalmente colocada.

**2.20.2. Luminarias**

Punto de luz formado por columna tipo Tramo 6/5-1 de Carandini o similar y luminaria tipo HSP- 204 de Carandini o similar.



### 3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.1. Replanteo

Por la Dirección de la obra se efectuará dentro del mes siguiente a la fecha de la firma del Contrato, el replanteo general de las obras o la comprobación del mismo, en su caso, debiendo presenciar estas operaciones el Contratista, el cual se hará cargo de las marcas, señales, estacas y referencias que se dejen en el terreno. Del resultado de estas operaciones se levantará acta que firmarán la Dirección de la obra y el Contratista.

Asimismo conforme vayan siendo necesarios, a juicio de la Dirección de obra, se efectuarán los oportunos replanteos y tomas de datos y perfiles a efecto de mediciones con la asistencia del Contratista, levantándose también acta de los resultados obtenidos.

Todos los gastos que originen los replanteos serán de cuenta del Contratista, quien vendrá obligado a facilitar el personal y los elementos auxiliares necesarios para efectuarlos en la fecha que señale la Dirección de la obra estando obligado además a la custodia y reposición de las señales establecidas.

#### 3.2. Espacios necesarios para las obras

El Contratista deberá contar con las autorizaciones oportunas para ocupar superficies y zonas de terreno del dominio público marítimo – terrestre, de particulares o urbanas, en su caso, y que necesite para la ejecución de las obras y como parque de elaboración, fraguado y acopio de bloques cúbicos de hormigón y para acopios de elementos prefabricados y otros materiales.

#### 3.3. Instalaciones auxiliares

Constituye obligación del Contratista el estudio y construcción a su cargo, de todas las instalaciones auxiliares de las obras, incluidas las obras provisionales necesarias para la ejecución de las definitivas, así como los accesos a los distintos tajos.

Durante la ejecución de los trabajos serán de cargo del Contratista el entretenimiento, conservación y reparación de todas las instalaciones auxiliares incluidos los accesos a los distintos tajos.

El Contratista estará obligado a su costa y riesgo a desmontar, demoler y transportar fuera de la zona de las obras, al término de las mismas, todos los edificios, cimentaciones, elementos, encofrados y material inútil que le pertenezca o haya sido utilizado por él con excepción de los que explícitamente, y por escrito, determine la Dirección de la obra.

Si no procediese de esta manera la Administración, previo aviso y en un plazo de treinta (30) días, procederá a retirarlos por cuenta del contratista.

#### 3.4. Maquinaria auxiliar

El Contratista está obligado bajo su responsabilidad a efectuar los transportes, proporcionar los almacenes, medios de transporte, máquinas y útiles de todas clases necesarios para la ejecución de todos los trabajos, ya sea de las obras definitivas como de las auxiliares.

Está obligado asimismo a asegurar el manejo, entretenimiento, reparaciones y de una manera general al mantenimiento en buen estado de uso o de funcionamiento de todo ese material fijo o móvil.

Todos los elementos auxiliares se entienden exclusivamente dedicados a la ejecución de los trabajos comprendidos en el proyecto definitivo y auxiliar, una vez incorporados a la obra y no podrán ser retirados sin una autorización escrita de la Dirección de la obra.

#### 3.5. Nivel de referencia

La cota de cada elemento que se ejecute o el nivel de los dragados que haya que conseguir en las obras del presente proyecto estarán referidos al cero del puerto de Santander, al nivel medio del mar en Alicante o cualquier otro plano de comparación de cómoda e inequívoca localización no afectado por las obras ni sujeto a posibles daños o desaparición y que sea fijado y/o establecido por el Director de las mismas. Antes del comienzo de las obras se suscribirá por la Dirección y el Contratista un documento que dé fe de lo expresado en él y al que se pueda recurrir en caso necesario.

#### 3.6. Orden de ejecución de las obras

El Contratista ajustará la ejecución de las obras al Programa de Trabajo aprobado por la Administración y dentro de él al orden que le sea señalado por la Dirección de Obras.

#### 3.7. Excavaciones a cielo abierto

Las excavaciones o demoliciones a cielo abierto se ejecutarán ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás datos contenidos en los Planos y a lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra.

Las tierras y materiales de cualquier clase procedentes de las excavaciones o demoliciones, se depositarán en los vertederos que previamente haya autorizado la Dirección de Obra.

Durante las diversas etapas de las excavaciones, los taludes y pendientes se mantendrán en perfectas condiciones, de forma que no se produzcan erosiones o derrumbamientos. No serán de abono los excesos de excavación, bien realizados por conveniencia del Contratista, por interpretación errónea de los planos o los producidos por derrumbamiento.



Los vertederos se mantendrán con superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas de lluvia y los taludes serán estables, de forma que impidan cualquier derrumbamiento. Se procurará evitar arrastres de tierras hacia caminos o superficies adyacentes y edificaciones de forma que no se obstaculice la circulación por aquellos y el acceso a éstas. De igual forma se prohíbe cualquier vertido de tierras u otros materiales en toda la superficie del nuevo puerto y en especial en el espejo de aguas abrigadas o de acceso a ellas.

### **3.8. Exacavaciones en pozo o zanja**

El Contratista de las obras notificará a la Dirección de la Obra, con antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación quien, una vez comprobado el replanteo, autorizará la iniciación de las mismas.

Las excavaciones se efectuarán ajustándose a lo que indiquen los planos y a lo que, sobre el particular, ordene la Dirección de Obra.

No serán de abono los excesos de excavación, bien realizados por conveniencia del Contratista, por interpretación errónea de los planos o las producidas por derrumbamientos.

Durante las excavaciones en pozos, zanjas, cimentaciones, etc, se mantendrán los taludes en perfectas condiciones, de forma que no se produzcan erosiones o derrumbamientos. Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se estén excavando se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para su agotamiento. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que evite la segregación de los componentes del hormigón de cimientó; y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) después del hormigonado. Respecto al vertedero, forma de realizar el vertido, precauciones y prohibiciones, es aplicable lo prescrito en el artículo anterior.

### **3.9. Ejecución de las obras de dragado**

#### **3.9.1. Replanteo de las obras**

Antes de comenzar los trabajos y con asistencia del Contratista, se procederá, por el personal de la Dirección de obra, a la toma de los datos batimétricos necesarios para tener un conocimiento perfecto del dragado que se va a realizar.

A partir de estos datos se confeccionarán los oportunos perfiles transversales que representen el estado inicial de calados en cada una de las zonas a dragar.

Estos planos, debidamente conformados por el Contratista y la Dirección de la obra, quedarán incorporados al Acta de Replanteo, suscrita según el artículo 3.1.

#### **3.9.2. Productos que se han de extraer al dragar**

El Contratista viene obligado a extraer todos los productos que encuentre en las zonas a dragar, hasta alcanzar las cotas exigidas; así como materiales u objetos extraños que pudieran encontrarse tales como escolleras o bloques sueltos, pertrechos de navegación, etc. Todo lo que se extraiga y pudiera tener algún aprovechamiento y especialmente si se trata de objetos de valor artístico, arqueológico o científico, deberá ser puesto por el Contratista a disposición de la Dirección de la obra, para que ésta pueda proceder como en cada caso corresponda.

Si se tratase de algún artefacto explosivo o peligroso, el Contratista suspenderá inmediatamente los trabajos y dará cuenta en el acto a la Dirección de la obra, tomando al propio tiempo todas las medidas de precaución que se le indiquen, de acuerdo con las normas dictadas por la Superioridad en estos casos.

#### **3.9.3. Precauciones en los trabajos de dragado**

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista estará obligado a dejar el paso libre a los barcos que entren o salgan a la actual dársena del puerto o efectúen maniobras en la misma, viniendo obligado a cumplir cuantas instrucciones reciba al respecto de la Dirección de las obras.

Para los dragados a efectuar en las proximidades de los actuales muelles, diques o muros del puerto se tomarán, por parte del Contratista, las debidas precauciones para no perjudicar la estabilidad de los mismos, respondiendo en todo caso de los daños que se pudieran ocasionar de no haber tomado esas precauciones.

Se tomarán a su vez, por parte del Contratista, todas las precauciones necesarias para evitar que se viertan los productos del dragado fuera del lugar previamente señalado para ello por la Dirección de obra, fijándose en cualquier caso como distancia máxima de vertido cinco (5) millas náuticas. Caso de actuar de modo contrario deberá retirar por su cuenta los materiales vertidos en lugar inadecuado, operación que podrá ser realizada por la Dirección de las obras con cargo al Contratista en el caso de que éste se demore o muestre negligencia al realizarla.

El Contratista conducirá la ejecución de los dragados y operaciones auxiliares con arreglo a las normas de seguridad que para esta clase de trabajos se señala en la legislación vigente.

#### **3.9.4. Tolerancias de dragado**

En los dragados de este proyecto se admiten las siguientes tolerancias:



- Tanto en vertical como en planta no se admiten tolerancias.
- En vertical: se admite una tolerancia de ejecución de hasta cincuenta (50) centímetros.
- En planta: se admite una variación máxima de un (1) metro, respecto al pie del talud definido en los planos del proyecto.
- Tanto en uno como en otro caso, los volúmenes que excedan de la cubicación teórica no serán de abono.

#### 3.9.5. Variaciones respecto a los datos en el proyecto

Los datos que se proporcionan en el proyecto respecto a los calados, espesores, volúmenes y calidad de los materiales a extraer son meramente orientativos y cualquier variación de los mismos, no supondrá variación alguna del precio que figura en el cuadro de precios nº 1.

Como consecuencia de lo expuesto, el Contratista que resulte adjudicatario de las obras no tendrá derecho a reclamación alguna y mucho menos a descomposición o modificación del precio, si se viese precisado a modificar el sistema de dragado para conseguir los rendimientos necesarios basándose en algún cambio, no previsto, en la calidad del terreno que se vaya encontrando al avanzar las obras, etc.

#### 3.9.6. Medios para el dragado

Para la ejecución del dragado en arena se utilizará una draga de rosario autopropulsada. El Contratista deberá incorporar a los tajos el material de dragado de acuerdo con el plan de trabajos ofertado, requiriéndose la autorización expresa de la Dirección de la obra, para su retirada, aún temporal, para efectuar reparaciones o por otras causas.

El cumplimiento de este requisito no presenta por parte de la Dirección de la obra aceptación alguna de dicho material como el idóneo para la ejecución de las obras, quedando vigente la responsabilidad del Contratista en cuanto al resultado de su empleo.

No obstante, si durante la ejecución de los trabajos y a juicio de la Dirección de la obra, a la vista de los rendimientos obtenidos, no se estimasen adecuados los medios de dragado empleados por el Contratista, podrá exigirse al mismo la inmediata sustitución parcial o total de dicho material, sin que por ello pueda reclamar modificación alguna en el precio ni en el plazo de ejecución.

En la misma forma se procederá, si por avería u otra causa cualquiera fuera necesario dar de baja a alguno de los medios que estuvieran utilizándose en las obras.

#### 3.10. Fabricación del hormigón

La central de hormigonado de la que se surta o que vaya a emplear el Contratista para la fabricación del hormigón destinado a la obra, deberá contar con una instalación dosificadora, por pesada, de todos los materiales y de una mezcladora las cuales funcionarán siempre bajo vigilancia de personal especializado.

Las básculas deberán tener una precisión cuando se compruebe con cargas estáticas del más- menos cinco por mil ( $\pm 0,5\%$ ).

Las dosificaciones en peso se comprobarán, como mínimo, cada quince (15) días.

Se comprobará sistemáticamente el contenido de humedad de los áridos especialmente el de la arena- para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua directamente vertida a la hormigonera.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del 2% para el agua y el cemento, del 5% para los distintos tamaños de árido y del 2% para el árido total.

Excepto para el hormigonado en tiempo frío, la temperatura del agua de amasado no será superior a cuarenta grados centígrados (40 $^{\circ}$  C) debiendo cumplirse todo lo prescrito en el artículo decimoquinto (151) de la E.H, 91 y 610 del PG-3.

El Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección de Obra, una documentación completa sobre la fabricación del hormigón, donde deberá incluirse descripción de la planta dosificadora a emplear en función de los tamaños y procedencia de los áridos, forma de transporte, etc.

Cualquier cambio en dosificaciones, instalaciones, etc., necesitarán de un preaviso mínimo de quince (15) días siempre y cuando la documentación correspondiente que se ha debido presentar a la Dirección haya merecido su aprobación.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta (30) minutos, se limpiará totalmente antes de volver a verter materiales en ella.

#### 3.11. Transporte del hormigón

El periodo de tiempo comprendido entre la carga del camión y la descarga del hormigón en obra será inferior a una hora (1 h.) y durante el periodo de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.



### 3.12. Vibrado del hormigón

El Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección, antes del inicio de las obras, una documentación completa sobre el sistema de vibrado con indicación de los espesores de las tongadas a vibrar, puntos de aplicación de los vibradores y duración del vibrado para que, en su caso, se puedan introducir los cambios que se consideren oportunos.

En todo caso el Contratista viene obligado a dar cumplimiento a la E.H.E. y el artículo 610 del PG-3.

### 3.13. Encofrados

Antes de iniciarse los trabajos el Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección una documentación completa del sistema de encofrado a emplear, no pudiendo hacer uso de ellos, en tanto no haya sido aprobada aquella por la Dirección.

Los encofrados serán de madera, metálicos o de otro material que reúna análogas condiciones de eficacia y deberán cumplir con las disposiciones que figuran en la EHE.

En general pueden admitirse movimientos locales de cinco milímetros (5 mm.) y de conjunto, del orden de la centésima de la luz, entre caras del encofrado.

Para facilitar el desencofrado será obligatorio el empleo de un producto desencofrante, aprobado por la Dirección de la obra.

La aprobación del sistema de encofrado previsto por el Contratista en ningún caso supondrá la aceptación del hormigón terminado.

### 3.14. Puesta en obra del hormigón

Se deberán tener en cuenta las prescripciones y recomendaciones que figuran en la vigente Instrucción del hormigón EHE y el artículo 610 del PG-3.

En particular se considerarán las siguientes matizaciones:

- Curado del hormigón. Queda terminantemente prohibido el emplear como aguade curado el agua del mar.
- Juntas de hormigonado. Las juntas de hormigonado serán siempre perfectamente horizontales y deberán limpiarse en todos los casos con chorros de arena y agua o mediante chorros de agua, debiendo presentar el Contratista a la Administración, una documentación completa del sistema a emplear, cuya aprobación quedará supeditada a la realización de pruebas previas en obra.
- Consistencia de los hormigones. En general se usarán hormigones de consistencia "plástica"

Si el proceso constructivo exigiera el empleo de consistencias blandas o fluidas, dicho particular deberá ser previamente autorizado por la Dirección quien podrá obligar al uso de mayor cantidad de cemento que la prevista o del empleo de aditivos plastificantes, sin que ello suponga modificaciones del precio.

En el caso de los bloques cúbicos de hormigón de seis (6), sesenta y cinco (65) y noventa y siete

(97) toneladas previstos como mantos de protección del dique norte del puerto deportivo tendrán un fraguado mínimo de un (1) mes y durante ese tiempo no podrán moverse del parque de elaboración y curado para ser acopiados a diversas alturas.

Su colocación en obra podrá realizarse desde el mar con artefactos adecuados de vertido o desde tierra con grúas de gran alcance y potencia.

### 3.15. Hormigón sumergido

Una vez saneada la superficie de apoyo se colocarán los moldes de los alzados que se han de ejecutar cuidando queden perfectamente nivelados en su verdadera alineación.

El relleno de hormigón sumergido se hará por el método Contractor consistente en el vertido de la masa, mediante una tolva y tubo que quedará por su extremidad inferior embutido en la masa y que se va retirando al subir ésta de nivel.

Se adoptarán toda clase de precauciones para conseguir que la unión entre tubos sea perfecta y que cada amasada sea colocada en el seno de la masa anterior, evitando de esta forma el deslavado de la misma. Se dispondrá de los aparejos y cabestrantes necesarios para poder mover el conjunto del tubo y tolva de modo que pueda ser llevado el extremo del tubo a puntos diferentes del tajo.

En principio, éste será el método de ejecución de hormigón sumergido. Ahora bien, la Dirección de las obras podrá exigir al Contratista la sustitución de este método por otro análogo utilizando bomba y manguera para mayor garantía en la colocación del hormigón.

En todo caso el Contratista propondrá el sistema y medios que piensa utilizar para conseguir la perfecta ubicación y homogeneidad del hormigón, su exactitud de dimensiones y evitación en lo posible del deslave del





hormigón. Si a juicio de la Dirección de las obras, este sistema y medios auxiliares fuesen insuficientes para conseguir el fin propuesto, no se le autorizará la sustitución del sistema y quedará obligado a ejecutarlos ateniéndose en todo a lo que se dispone anteriormente.

### 3.16. Observaciones generales respecto a la ejecución de las obras de hormigón

Acciones mecánicas durante la ejecución: Durante la ejecución se evitará la actuación de

cualquier sobrecarga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

Adecuación del proceso constructivo al proyecto: Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten en todo momento al proyecto.

En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo.

### 3.17. Inspección de las obras de hormigón

Para garantizar la correcta ejecución de las obras de hormigón y de los bloques cúbicos de protección del dique habrá a su frente, en la Contrata, un técnico especializado y responsable encargado de vigilar el cumplimiento de las condiciones impuestas en cada caso a quien incumbirá especialmente vigilar la calidad de los materiales, su dosificación en hormigonera, la correcta disposición de los encofrados antes del hormigonado y las condiciones de amasado, colocación, compactación, curado de los hormigones y sus fechas de desencofrado, atendiendo, para todo ello, las indicaciones del Director de las Obras y anotando en un libro-registro todas las modificaciones que se introduzcan sobre el proyecto.

Todo ello, sin perjuicio de la vigilancia que ejerza la Dirección de la Obra, directamente o a través de la persona en quien delegue, que autorizará el hormigonado, podrá detenerlo cuando lo crea necesario y fijará la forma de elegir las masas para la fabricación de las probetas, el ensayo de éstas y las partes de obra que hayan de someterse a prueba.

### 3.18. Ensayos de resistencia y pruebas de la obra

Son preceptivos para las obras del hormigón en cuanto no se oponga a lo especificado en este Pliego, los ensayos previos, característicos, de control y de información previstos en la Instrucción para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado, EHE.

### 3.19. Armaduras

Las armaduras serán de acero de dureza natural tipo B-500N y cumplirán todas las disposiciones que figuran en los artículos de la EHE y el artículo 241 del PG-3, dispondrán en todo momento de un recubrimiento de

hormigón de cuatro (4) centímetros, no pudiendo existir ningún elemento metálico a una distancia de los paramentos inferior a ésta.

Control: Se realizará un control normal del acero, conforme a lo que se define en la instrucción EHE.

### 3.20. Tornillos, tuercas y placas de apoyo

Las dimensiones de los tornillos, tuercas y placas de apoyo, serán las indicadas en las hojas de Planos correspondientes. Se admitirá una tolerancia máxima sobre las dimensiones indicadas, de más/menos un milímetro y una tolerancia en peso, en el total de la partida, de más/menos el cuatro

(4) por ciento. El acero cumplirá las condiciones especificadas en el artículo 2.9 de este Pliego (otros aceros).

Estas piezas serán pintadas, previamente, antes de su colocación. Los esfuerzos de apriete de tuercas serán los que indique la Dirección de Obra.

### 3.21. Colocación y sujeción de bolardos

Los bolardos se colocarán en los lugares de los muelles indicados en los Planos o que señale el Director de las obras.

Los anclajes se dejarán embebidos en el hormigón de forma que puedan unirse a la base de los bolardos pasando por los agujeros correspondientes y sujetándolos a las tuercas.

Una vez terminada la colocación, el Director de obra podrá exigir cuantas pruebas crea necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.

### 3.22. Trabajos nocturnos

Los trabajos nocturnos que fuese preciso ejecutar en casos excepcionales deberán ser previamente autorizados por el Director de Obra y realizados solamente en las unidades de obra que él indique.

El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Director de Obra ordene; y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

### 3.23. Uso de vías públicas

El Contratista deberá mantener en perfecto estado de limpieza las vías de uso público que sean utilizadas por él para el transporte de materiales, tierras procedentes de excavaciones, etc. y no originará entorpecimientos ni dificultades en la circulación, debiendo señalizar, con las indicaciones reglamentarias, los peligros a que haya lugar.

Se considerará al Contratista como único responsable de los daños consiguientes.



**3.24. Trabajos no autorizados y defectuosos**

Los trabajos ejecutados por el Contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales del Proyecto, sin la debida autorización, deberán ser derruidos a su costa si el Director de Obra lo exige y no serán abonables en ningún caso.

El Contratista será, además, responsable de los daños y perjuicios que por esta causa puedan derivarse para la Administración. Igual responsabilidad acarreará al Contratista la ejecución de los trabajos que el Servicio de Puertos rechace como defectuosos.

Será, por tanto, obligación del contratista demoler y rehacer, a su costa, toda obra mal ejecutada o que no cumpla las prescripciones del presente pliego ni las instrucciones del Director de obra.

**3.25. Precauciones durante la ejecución de las obras**

- Lluvias: Durante las diversas etapas de la construcción las obras se mantendrán, en todo momento, en perfectas condiciones de drenaje que eliminen estancamientos de las aguas.
- Heladas: Si existe temor de que se produzcan heladas, el contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes. Las partes de obra dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con lo que se señala en estas Prescripciones.
- Incendios: El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que se dicten por el Servicio de Puertos y/o el Director de obra. En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios; y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.
- Compresores móviles: En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá de los valores especificados en la siguiente tabla. Los compresores que a una distancia de siete (7) metros produzcan niveles de sonido superiores a 75 dB(A) o más, no serán situados a menos de ocho (8) metros de viviendas o locales ocupados. Los compresores que a una distancia de siete (7) metros, produzcan niveles superiores a 70 dB'(A), no serán situados a menos de cuatro (4) metros de viviendas o locales ocupados. Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos. Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores. Las herramientas neumáticas se equiparan con silenciadores. En la ejecución de trabajos para los cuales no existen prescripciones explícitamente consignadas en el presente Pliego, el Contratista se atenderá a las instrucciones del Director de Obra y tendrá la obligación de ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y buen aspecto de las obras.

CAUDAL DEL AIRE	MÁXIMO NIVEL	MÁXIMO NIVEL EN
m3/min	en dB (A)	7 m en dBI(A)
<10	100	75
10–30	104	79
>30	106	81

Tabla 9. Características de los compresores.

**3.26. Limpieza de la obra**

Es obligación del Contratista mantenerla limpia, así como los alrededores, atendiendo cuantas indicaciones y órdenes se le den por la Dirección en cuanto a escombros y materiales sobrantes. Adoptará las medidas convenientes para que la obra presente un buen aspecto en cualquier momento.

**3.27. Señalización**

Es obligación del Contratista la señalización de las obras siendo, por tanto, único responsable de los accidentes que origine la negligencia o abandono de este incumplimiento. Atenderá además en todo a las indicaciones que, sobre este particular, ordene el Servicio de Puertos.

**3.28. Facilidades a la inspección**

El Contratista proporcionará cuantas facilidades sean necesarias para proceder a los replanteos, reconocimientos y pruebas de los materiales y su preparación. Permitirá el acceso en caso de inspección a todas las partes de la obra, incluso a las fábricas y talleres donde se realicen trabajos de cualquier tipo relacionados con la obra.

Además el Contratista pondrá a disposición de la Dirección de la obra todo lo necesario para un correcto control, medición y valoración de las obras.

**3.29. Otras obras**

En la ejecución de las obras no detalladas en este Pliego de Prescripciones se atenderá el Contratista a las normas de buena construcción y a todo lo que, por escrito, ordene el Servicio de Puertos.



#### 4. MEDICIÓN Y ABONOS

##### 4.1. Definición del precio unitario

Todas las unidades de obra se abonarán exclusivamente con arreglo a los precios fijados en el Cuadro de Precios del Proyecto a los que se aplicarán los correspondientes coeficientes de Contrata, adjudicación y revisión de precios de acuerdo con lo que se estipule en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares. Estos precios comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos, en los plazos y condiciones establecidos, comprendidas todas las obligaciones impuestas al Contratista por el presente Pliego y documentos complementarios.

Todos los precios suponen cada unidad de obra completa y correctamente terminada y en condiciones de recepción y posterior uso.

##### 4.2. Excavaciones y demoliciones

Las excavaciones a cielo abierto, en zanja o en pozo y las demoliciones, se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medido por diferencia entre los perfiles iniciales tomados inmediatamente antes de comenzar los trabajos, y los perfiles finales, tomados después de concluidos.

Comprende el precio asignado, además de la excavación o demolición propiamente dicha, la carga, transporte y vertido de los productos en vertedero.

Los excesos de excavación o demolición, que a juicio del Director de Obra, sean evitables, no se abonarán, así como tampoco los originados por conveniencia del Contratista o por interpretación errónea de los planos.

##### 4.3. Dragados

El volumen de dragado se medirá por diferencia entre los perfiles obtenidos del terreno antes de ejecutarse el dragado y los perfiles teóricos del proyecto o, en su caso, de los ordenados por la Dirección de obras.

Se abonará aplicando a las mediciones así obtenidas el precio correspondiente de los que figuran en el cuadro de precios.

El precio de cada unidad de obra de dragado incluye la extracción, transporte y vertido de los productos dragados, cualquiera que sea la naturaleza del terreno encontrado y el vertido adoptado, ya sea en alta mar o al lugar indicado por la Dirección de las obras.

La tolerancia en exceso en la realización del dragado no será de abono en ningún caso.

Para evitar continuas comprobaciones de las cantidades dragadas, la Dirección podrá abonar a buena cuenta, en certificaciones mensuales, los dos tercios (2f3) de los volúmenes dragados medidos en cántara, haciéndose balance siempre que, a petición del Contratista y a su costa, se reconozca el terreno y se ubique en él la cantidad realmente dragada.

Para la medición en cántaras se determinará previamente la capacidad de las mismas en la draga y en los gánguiles y la superficie de material sólido decantado en ellos, antes del vertido, se determinará mediante sonda aprobada por la Dirección y utilizada en su presencia. La cota media, así determinada, servirá para estimar el porcentaje de volumen de cántara lleno con material dragado sólido.

Una vez efectuada la medición, se realizará el transporte para el que se tomarán todas las precauciones posibles a fin de evitar el vertido de productos sólidos que, de detectarse, no serán de abono.

Se llevará especialmente un libro de dragado en el que se anoten todas las incidencias del mismo.

La comprobación final del estado del terreno se realizará a costa del Contratista y por un procedimiento automático de barrido y posicionado que permita detectar toda la superficie dragada y la existencia de cualquier irregularidad por encima de las cotas admisibles, fijadas en los planos.

Una vez terminado el dragado y efectuada la comprobación anterior, se efectuará la recepción definitiva de esta unidad.

##### 4.4. Rellenos

Los rellenos se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente terminado, una vez ejecutadas las operaciones de compactación y apisonado de acuerdo con las prescripciones contenidas en este Pliego.

Los volúmenes se deducirán del perfil teórico del proyecto o de aquellos fijados por la Dirección de las obras.

El precio incluye todos los medios y operaciones de carga, transporte, vertido y compactación para que la unidad quede perfectamente colocada y terminada.

##### 4.5. Escolleras y terraplenes

Se entiende por escollera la unidad colocada y enrasada en obra tanto horizontalmente como con los taludes que se indican en las secciones en el lugar que le corresponde con arreglo a los perfiles transversales del proyecto, no abonándose aquella piedra que, aun teniendo el peso necesario, se coloque en lugar distinto al que en el perfil le corresponda.



Todas las escolleras y pedraplenes se medirán por metro cúbico y se abonarán a los precios correspondientes del cuadro de precios número uno (1).

Los metros cúbicos se deducirán del perfil teórico del proyecto o de aquellos fijados por la Dirección durante la ejecución de las obras. Como consecuencia se supondrá que su precio incluye la parte proporcional de penetraciones y pérdidas por asientos.

El precio de la escollera y pedraplén comprende todas las operaciones necesarias desde el desbroce de las canteras hasta su arreglo en la obra después de vertida, por lo tanto en el precio de la unidad están comprendidas no solo las operaciones antes referidas, sino también la carga, transporte, descarga, colocación, arreglo, indemnizaciones de cantera, etc. Se incluye, asimismo, en su caso, el importe del recebo.

Los excesos ejecutados, en caso de ser aceptados, no serán de abono. Las escolleras estarán clasificadas destacándose las de los mantos del dique principal que se ejecutarán por vertido y las del manto interior de las islas artificiales e istmo de unión que deberán ser colocadas ya que su talud final es de uno con cinco – uno (1,5–1) al igual que las de los mantos del espigón de separación de las dos dársenas de embarcaciones deportivas y de recreo.

#### 4.6. Hormigones

Los hormigones se abonarán por volumen realmente fabricado y medido en obra terminada.

Los precios correspondientes incluyen la cantidad de cemento y áridos necesarios para la formación del metro cúbico (m<sup>3</sup>), las operaciones de mezcla y amasado, así como el transporte y puesta en obra del hormigón, por el procedimiento más adecuado en cada caso, compactación, curado, acabado, preparación y limpieza de las superficies entre tongadas y cuantas operaciones más sean necesarias para dejar la unidad de obra completamente terminada de acuerdo con las prescripciones contenidas en este Pliego.

No serán de abono los aditivos al hormigón que el Contratista utilice por propia iniciativa, por necesidad constructiva u otras causas.

En cuanto a los hormigones que deban ser ejecutados bajo el agua u hormigones sumergidos se consideran incluidos en el precio del metro cúbico de hormigón la mano de obra de buzos u hombres rana y demás elementos auxiliares.

#### 4.7. Encofrados

El encofrado necesario para conseguir el moldeado del hormigón que se proyecta se medirá y abonará por metro cuadrado de superficie de hormigón resultante una vez desencofrado.

El precio del metro cuadrado de encofrado será independiente de los elementos que se utilicen (madera, tableros, metálicos, etc.) siempre y cuando cumplan con la Instrucción EHE.

En el precio están incluidos tanto el importe de los elementos y mano de obra precisos para ejecutar el encofrado como el desencofrado y retirada de materiales.

#### 4.8. Aceros

El acero redondo corrugado en armaduras, se abonará por peso deducido en función de su diámetro y longitud medida en plano y aumentando el porcentaje en un 6%, para tener en cuenta los excesos debidos a los despuntes, solapes, mermas, enganches, ataduras, etc.

El precio asignado en el cuadro de precios número uno (1) incluye las operaciones necesarias de corte, doblado y colocación que sean necesarias para dejar la unidad terminada así como los separadores de barras entre sí y con el encofrado y el suelo, soportes de barras y cuantos elementos sean precisos para dejar la unidad de acuerdo a condiciones y planos.

#### 4.9. Cornamusas

Las Cornamusas se medirán y abonarán por unidades realmente colocadas en obra. El precio comprende la adquisición de la unidad y sus anclajes, transporte, preparación, pintura y colocación en obra.

#### 4.10. Otras unidades de obra

Se medirán y abonarán por metro lineal de obra completa y terminada, entre otros, los pantalanos flotantes de dos (2) metros de anchura en las dársenas para embarcaciones deportivas y de recreo y de (3) metros de anchura en los pantalanos con una longitud superior a los 100 m

Se medirán y abonarán por unidad terminada, entre otros, los flotadores de poliéster, los fingers, las pasarelas metálicas de acceso a pantalanos, y los puestos de socorro con salvavidas y armario con extintor de incendios.

#### 4.11. Unidades de obra no reseñadas

Se medirán por la unidad especificada en la descripción del tipo de unidad que figura en los cuadros de precios y se abonarán aplicando a las mediciones obtenidas de dicha unidad el precio señalado para las mismas en el cuadro de precios.

#### 4.12. Medios auxiliares

Para todas las obras comprendidas en este Proyecto está incluido en el precio de la unidad todos los medios auxiliares necesarios, tanto para la construcción de éstas, como para garantizar la seguridad personal de las operaciones, no teniendo derecho el Contratista, bajo ningún concepto, a reclamación para que se le abone



cantidad alguna por los gastos que puedan ocasionarle los medios auxiliares, siendo de su absoluta responsabilidad los daños y perjuicios que puedan producirse tanto en las obras como en los operarios por falta, escasez o mal empleo de éstos en la construcción de las mismas.

Si la Administración acordase prorrogar el plazo de ejecución de las obras, o no pudieren recibirse a su terminación por defecto de las mismas el Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna o pretexto de mayores gastos en la conservación y vigilancia de las obras.

Quedan igualmente comprendidos todos los gastos imprevistos que puedan resultar de los trastornos atmosféricos, terrenos movedizos y abundancia de agua.

#### **4.13. Relaciones valoradas**

La Dirección de la Obra formulará, mensualmente, las certificaciones provisionales de las obras ejecutadas durante el mes anterior, las cuales servirán de base para los abonos que, mensualmente, se hagan al Contratista.

La Contrata queda obligada a proporcionar a la Dirección de la Obra cuantos elementos y medios le reclame para tales operaciones, así como a presenciarlos, sometiéndose a los procedimientos que fije la Dirección de la Obra, para realizarla, y a suscribir los documentos de los datos obtenidos, pudiendo consignarse en ellos de modo conciso, las observaciones y reparos, a reserva de presentar otros datos a la Dirección de la Obra sobre el particular a que se refiere, en un plazo no mayor de seis (6) días.

Si el Contratista se negase a alguna de estas formalidades se entenderá que renuncia a sus derechos respecto a este extremo y que se conforma con los datos de la Administración.

Se tomarán, además, los datos que, a juicio de la Administración puedan y deban tomarse después de la ejecución de las obras y en ocasión de la medición para la liquidación final.

Tendrá derecho el Contratista a que se le entregue duplicado de todos los documentos que contengan datos relacionados con la medición y abono de las obras, debiendo estar suscritas por la Dirección de la Obra y por la Contrata, siendo de cuenta de ésta los gastos originados por tales copias, que habrán de hacerse, precisamente, en la Oficina de la Dirección de la Obra.

#### **4.14. Obras defectuosas**

Si alguna obra que no se hallare exactamente ejecutada con arreglo a las condiciones de la Contrata fuese, sin embargo, admisible podrá ser recibida, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja que la Administración apruebe, salvo el caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones de la Contrata.

#### **4.15. Obras incompletas**

Cuando por consecuencia de rescisión o por otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del cuadro de precios número dos (2) sin que pueda pretenderse la valoración de la obra fraccionada de otra forma que la establecida en dicho cuadro.

#### **4.16. Partidas alzadas**

Las partidas alzadas a justificar se abonarán en la cuantía de los gastos reales. En estos casos no serán aplicables las revisiones de precios a estos gastos.

#### **4.17. Medición y abono de la partida correspondiente a la seguridad y salud en el trabajo**

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo, el Contratista quedará obligado a elaborar un plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien y desarrollen y complementen, en función de sus propios sistemas de ejecución de la obra, las prescripciones contenidas en el citado estudio.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que la empresa adjudicataria proponga con la correspondiente valoración económica de las mismas, que será abonada como Partida Alzada a justificar y figura en el presupuesto del proyecto.





## 5. DISPOSICIONES GENERALES

### 5.1. Plazo de ejecución

Se estima un plazo de ejecución de las obras del presente proyecto de veinticuatro (24) meses.

### 5.2. Recepción de las obras

Una vez terminadas las obras se verificará, previos los reconocimientos y pruebas que se crean necesarios, su recepción conforme a lo dispuesto en el artículo 147 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas siendo de cuenta del Contratista los gastos que se originen durante las pruebas.

### 5.3. Plazo de garantía

El periodo de garantía será de doce (12) meses a contar desde la fecha de la recepción, sin perjuicio de lo que acerca del acta de recepción pueda disponer la Superioridad y durante este período serán de cuenta del Contratista todos los trabajos de conservación y reparación que fuesen necesarios en todas las obras que comprende la Contrata.

### 5.4. Liquidación de las obras

Recibidas las obras se procederá seguidamente a su medición general y definitiva, con asistencia del Contratista o de un representante suyo, formulándose por la Dirección de la Obra en el plazo de tres (3) meses desde la citada recepción la liquidación de las realmente ejecutadas, tomando como base para su valoración las condiciones económicas establecidas en el contrato.

Esta liquidación será dada a conocer al Contratista para que, en plazo de treinta (30) días, preste su conformidad a la misma o manifieste los reparos que estime oportunos.

Una vez aprobada por la Administración la liquidación de las obras podrá ser extendida, en su caso, la oportuna certificación, por el resto de la obra que según la liquidación aprobada resulte pendiente de este requisito.

### 5.5. Responsabilidad del contratista

Una vez terminado el plazo de garantía quedará extinguido, si procede, la responsabilidad del Contratista de acuerdo con los artículos que figuran en el Texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público. No obstante, si por cosa de vicios ocultos se arruinase la obra o una parte de ella en el término de quince (15) años a contar desde la recepción, el contratista responderá de los daños y perjuicios que se ocasionen.

Transcurridos los quince (15) años sin que se haya manifestado ningún daño o perjuicio la responsabilidad de contratista quedará totalmente extinguida.

#### 5.5.1. Propiedad industrial y comercial

El Contratista se hará responsable de toda clase de reivindicaciones que se refieren a suministros y materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución de las obras y que procedan de titulares de patentes, licencias, planos, modelos o marcas de fábrica o de comercio.

En el caso de que sea necesario, corresponde al Contratista obtener las licencias o autorizaciones precisas y soportar la carga de los derechos e indemnizaciones correspondientes.

En caso de acciones de terceros titulares de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizadas por el Contratista para la ejecución de los trabajos, el Contratista se hará cargo de dichas acciones y de las consecuencias que de las mismas se deriven.

### 5.6. Medidas de seguridad

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas que puedan dictar la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes y las normas de seguridad que corresponden a las características de las obras.

El Contratista debe establecer, bajo su exclusiva responsabilidad un plan que especifique las medidas prácticas de seguridad que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra.

### 5.7. Obligaciones de carácter social

El Contratista como único responsable de la realización de las obras se compromete al cumplimiento a su costa y riesgo de todas las obligaciones que se deriven de su carácter legal de patrono respecto a las disposiciones de tipo laboral vigentes o que puedan dictarse durante la ejecución de las obras.

Serán de cargo del Contratista los gastos de establecimiento y funcionamiento de las atenciones sociales que se requieran en la obra.

La Dirección de obra podrá exigir del Contratista, en todo momento, la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras.

### 5.8. Organización y policía de las obras

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras.



Deberá adoptar a este respecto las medidas que le sean señaladas por las Autoridades competentes y por la Dirección de la Obra.

#### 5.9. Inadecuada colocación de materiales

Si durante la ejecución de los trabajos el Contratista perdiera, vertiera o inadvertidamente colocara cualquier material, instalación, maquinaria o accesorios que, en opinión de la Dirección de la Obra pudieran representar un peligro u obstrucción, o que, en cualquier otra forma, pudieran ser objetables, los recuperará y retirará con la mayor prontitud sin coste adicional alguno.

Hasta que se efectúe dicha recuperación y retirada, el Contratista dará aviso inmediato de toda obstrucción que se produzca por alguna de las causas anteriores, suministrando la correspondiente descripción y situación de la misma.

Si el mencionado Contratista rehusara, mostrara negligencia o demora en el cumplimiento de tal requisito, dichas obstrucciones serán señalizadas o retiradas, o ambas cosas, por oficio y el coste de dicha señalización o retirada, o ambas cosas, será deducido de cualquier cantidad adeudada o que pudiera adeudarse al Contratista.

#### 5.10. Retirada de la instalación

A la terminación de los trabajos, el Contratista retirará prontamente su instalación y estructura provisionalmente, incluidas las balizas, boyas, y otras señales colocadas por el mismo, en el mar o en tierra, a menos que se disponga otra cosa por la Dirección de la Obra.

Si el mencionado Contratista rehusara, mostrara negligencia o demora en el cumplimiento de estos requisitos, dichas instalaciones serán consideradas como obstáculo o impedimento y podrán ser retiradas de oficio.

El coste de dichas retiradas en su caso, será deducido de cualquier cantidad adeudada o que pudiera adeudarse al Contratista.

#### 5.11. Obligaciones generales

Es obligación del Contratista efectuar cuanto sea necesario para la buena marcha, orden y terminación de las obras contratadas y, además, de forma que no se entorpezca el tráfico de la navegación de las embarcaciones que salgan o entren a las actuales instalaciones del puerto de San

Vicente aunque no se halle expresamente estipulado en este Pliego de Condiciones siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga por escrito la Dirección de la Obra.

El Contratista tendrá al frente de los trabajos al personal competente necesario para la buena organización de los mismos y al menos un Ingeniero de Caminos y un Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Queda obligado a hacer cuanto fuere necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle estipulado en estas condiciones, siempre que sin separación de su espíritu y recta interpretación lo disponga el Servicio de Puertos pudiendo sin embargo, el Contratista reclamar, en su caso, ante la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo.

El Contratista tendrá a su personal asegurado contra el riesgo de incapacidad permanente o muerte, en la Caja Nacional de Seguros y Accidentes de Trabajo.

Está obligado, además, al cumplimiento de cuantas disposiciones de carácter social, fiscal y de protección de la Industria Nacional sean de aplicación y estén vigentes en la fecha de adjudicación de las obras o se dicten durante la ejecución de los trabajos.

Serán de cuenta de la Contrata los gastos de inspección, vigilancia y ensayos de la misma con un porcentaje máximo del uno por ciento (1%) respecto del volumen de certificación así como las cargas fiscales que se derivan de las disposiciones legales vigentes.

También serán de cuenta de la Contrata y quedan absorbidos en los precios:

- Los gastos originados al practicar los replanteos y la custodia y reposición de estacas, marcas y señales.
- Las indemnizaciones al Servicio de Puertos y a terceros por todos los daños que cause con las obras y por la interrupción de los servicios públicos particulares.
- Las catas para mejor definición de la infraestructura.
- Los gastos de establecimiento y desmontaje de almacenes, talleres y depósitos.
- Los gastos de establecimiento y desmontaje de los carteles señaladores de obra de acuerdo con las normas vigentes.
- La implantación y conservación de cuantas señales de tráfico y elementos precisos para la seguridad del tráfico de vehículos y peatones de acuerdo a la O.M. de 14 de marzo de 1960, la Orden Circular número 67 de la Dirección General de Carreteras sobre señalización de obras y el Código de circulación.



- Los gastos de protección de todos los materiales y de la propia obra contra todo deterioro y daño durante el periodo de construcción.
- Los gastos derivados de la más estricta vigilancia para dar cumplimiento a todas las disposiciones relacionadas con la seguridad personal de los obreros en el trabajo.
- La limpieza para dejar en perfecto estado todos los espacios interiores y exteriores a las construcciones evacuando los desperdicios y basura.
- Los gastos y costes de suministro, funcionamiento y conservación de señales y luces de tráfico tanto terrestre como marítimo, boyas flotantes, muertos y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- La retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. y la limpieza general final de la obra para su recepción.
- Cualesquiera gastos derivados de las distintas operaciones requeridas para la ejecución de las obras.

En el caso de que el Contratista no cumpliera con alguna de las expresadas obligaciones la Dirección de Obra, previo aviso, podrá ordenar que se ejecuten las correspondientes labores con cargo a la Contrata.

Independientemente de los gastos que, de acuerdo con la legislación vigente, debe abonar el Contratista con motivo de las obras, mantendrá por su cuenta, como mínimo, un (1) vigilante de la Administración, durante las horas diarias que a juicio de la Administración fuese necesario, abonándosele los jornales y haberes para su categoría, no pudiendo este montante en concepto de vigilancia, exceder del 1% del presupuesto de ejecución material de las obras.

#### 5.12. Programa de trabajo

Sin perjuicio del Programa de Trabajos que el Contratista haya presentado en su oferta, y ajustándose a las líneas generales del mismo con las modificaciones que, en su caso, la Dirección de la Obra haya introducido para la adjudicación, el Contratista deberá presentar dentro del plazo que figure en el Pliego de Cláusulas Administrativas el programa detallado de trabajos para la ejecución de las obras redactadas en cumplimiento de las disposiciones vigentes, y de las instrucciones que emita la Dirección de la Obra.

En dicho programa deberán concretarse los siguientes extremos:

1. Lugar de procedencia de los distintos materiales, sistema de explotación del yacimiento, medio de selección y transporte a emplear, forma y lugar de acopios, etc.
2. Descripción detallada del sistema de obra a emplear en cada tajo, donde figure la organización y sistema de ejecución de cada unidad de obra indicando maquinaria a emplear en cada tajo, potencias, rendimientos previstos, medios humanos y auxiliares.

3. Ritmo de las obras en concordancia con los medios previstos y relación entre los distintos tajos acompañando un diagrama gráfico detallado (PERT, GANTT, DIAGRAMA ESPACIOS- TIEMPO, etc.).
4. Relación y descripción detallada de las instalaciones a construir como auxiliares de obra, con indicación del plazo en que estarán terminadas.
5. Plazos parciales previstos en relación con la consecución del plazo total.
6. Programa de incorporación de medios humanos y maquinaria acorde con las partidas anteriores.
7. Definición de lo que entiende como campaña de trabajo en el mar, condiciones que se suponen para la misma, y justificación de concordancia con la campaña definida, y protección para resguardar la obra ejecutada durante cada campaña.

El programa se estudiará de forma que no se produzcan interferencias que puedan afectar negativamente y de un modo importante a las instalaciones y explotación del actual puerto de San Vicente de la Barquera, extremos que habrán de justificarse detalladamente.

Asimismo, el programa se redactará de manera que en todo momento se respeten las servidumbres y limitaciones que impongan los diferentes organismos competentes.

Una vez aprobado el programa de trabajo será preceptivo en todos los extremos, así como el cumplimiento de los plazos parciales que se señalen para la ejecución de las obras.



SANTANDER, Septiembre de 2018

Judit Hoyos Cordero



## DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. MEDICIONES ..... 3

2. CUADRO DE PRECIOS Nº1 ..... 5

3. CUADRO DE PRECIOS Nº2 ..... 7

4. PRESUPUESTO ..... 8

5. RESUMEN DE PRESUPUESTO ..... 9



## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

## 1. MEDICIONES

01 DIQUE			
Código	Unidad	Descripción	Cantidad
E03	m3	TODO UNO Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	
		Dique	115.525,50
		Dique interior	15.232,50
			130.758,00
E61	m3	ESCOLLERA Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	
		Dique	40.593,00
		Dique interior	2.602,80
			43.195,80
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	
		Dique	34.647,50
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	
		Dique	34.647,50
P2007	m3	HM-30/B/IIIa Hormigón para la construcción del espaldón.	
		Dique	9.892,00
		Dique interior	612,00
			10.504,00
P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	
		Dique	2.770,00
		Dique interior	180,00
			2.950,00
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PLANO PARA PARAMENTOS VISTOS	
		Dique	1.830,00

		Dique interior	342,00
			2.172,00
P2010	m3	DRAGADO EN TODO TIPO DE TERRENO	
			60.000,00
P2011	m3	RELLENO DE MATERIAL GRANULAR Relleno de material granular sin finos con productos de la excavación o préstamos, en tongadas compactadas, incluso transporte y maquinaria	
			200.000,00

02 CONTRADIQUE			
Código	Unidad	Descripción	Cantidad
E03	m3	TODO UNO Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	
			64.400,00
E61	m3	ESCOLLERA Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	
			8.370,00
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	
			15.700,00
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	
			15.700,00
P2007	m3	HM-30/B/IIIa Hormigón para la construcción del espaldón.	
			2.400,00
P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	
			840,00
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PLANO PARA PARAMENTOS VISTOS	
			440,00



## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

**03 RELLENO PLANTA FABRICACIÓN BLOQUES DE HORMIGÓN**

Código	Unidad	Descripción	Cantidad
E61	m3	ESCOLLERA De 100 Kg, 250 Kg, 950 Kg y 2750 Kg	9.123,96
E60	m3	TODO UNO DE CANTERA Para relleno del área de la planta de fabricación de bloques.	24.737,51
03.03	m3	TIERRA Relleno, extendido y compactado de cm de espesor por medios mecánicos.	1,00

**04 GESTIÓN DE RESIDUOS**

Código	Unidad	Descripción	Cantidad
P701	m3	MATERIAL NATURALEZA NO PÉTREA	1.504,25
P702	m3	MATERIAL NATURALEZA PÉTREA	3.007,20
P703	m3	RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS	1.507,20

**05 SEGURIDAD Y SALUD**

Código	Unidad	Descripción	Cantidad
E08	u	SEGURIDAD Y SALUD	1,00

**06 ILUMINACIÓN Y BALIZAMIENTO**

Código	Unidad	Descripción	Cantidad
E70	u	ILUMINACIÓN Y BALIZAMIENTO	1,00



## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

## 2. CUADRO DE PRECIOS Nº1

DIQUE			
Código	Unidad	Descripción	PRECIO €
E03	m3	TODO UNO Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	25,16
E61	m3	ESCOLLERA Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	21,74
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	99,60
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	70,41
P2007	m3	HM-30/B/IIIa Hormigón para la construcción del espaldón.	75,42
P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	23,52
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PLANO PARA PARAMENTOS VISTOS	45,38
P2010	m3	DRAGADO EN TODO TIPO DE TERRENO	

P2011	m3	RELLENO DE MATERIAL GRANULAR	26,18
		Relleno de material granular sin finos con productos de la excavación o préstamos, en tongadas compactadas, incluso transporte y maquinaria	13,92
CONTRADIQUE			
Código	Unidad	Descripción	PRECIO €
E03	m3	TODO UNO Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	25,16
E61	m3	ESCOLLERA Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	21,74
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	99,60
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	70,41
P2007	m3	HM-30/B/IIIa Hormigón para la construcción del espaldón.	75,42
P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	23,52
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PLANO PARA PARAMENTOS VISTOS	45,38
RELLENO PLANTA FABRICACIÓN BLOQUES DE HORMIGÓN			
Código	Unidad	Descripción	PRECIO €
E61	m3	ESCOLLERA De 100 Kg, 250 Kg, 950 Kg y 2750 Kg	21,74
E60	m3	TODO UNO DE CANTERA Para relleno del área de la planta de fabricación de bloques.	



PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

03.03	m3	TIERRA	<u>25,16</u>
		Relleno, extendido y compactado de cm de espesor por medios mecánicos.	<u>5,45</u>





## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

## 3. CUADRO DE PRECIOS Nº2

Código	Unidad	Descripción	PRECIO €
E03	m3	TODO UNO	25,16
		Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	
		Mano de obra	0,72
		Maquinaria	14,99
		Resto de obra y materiales	9,45
E61	m3	ESCOLLERA	21,74
		Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	
		Mano de obra	2,85
		Maquinaria	2,66
		Resto de obra y materiales	16,23
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN	99,60
		Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	
		Mano de obra	6,52
		Maquinaria	20,39
		Resto de obra y materiales	72,69
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN	70,41
		Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	
		Mano de obra	33,86
		Maquinaria	32,57
		Resto de obra y materiales	3,98
P2007	m3	HM-30/B/IIIa	75,42
		Hormigón para la construcción del espaldón.	
		Mano de obra	8,43
		Maquinaria	4,96
		Resto de obra y materiales	62,03

P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	23,52
		Mano de obra	14,57
		Maquinaria	4,64
		Resto de obra y materiales	4,31
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PARA PARAMENTOS VISTOS	45,38
		Mano de obra	33,44
		Maquinaria	5,83
		Resto de obra y materiales	6,11
P2010	m3	DRAGADO EN TODO TIPO DE TERRENO	26,18
		Mano de obra	2,4
		Maquinaria	18,58
		Resto de obra y materiales	5,2
P2011	m3	RELLENO DE MATERIAL GRANULAR	13,92
		Relleno de material granular sin finos con productos de la excavación o préstamos, en tongadas compactadas, incluso transporte y maquinaria	
		Mano de obra	4,09
		Maquinaria	9,83



## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

## 4. PRESUPUESTO

DIQUE			
Código	Unidad	Descripción	IMPORTE €
E03	m3	TODO UNO Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	
			3.289.871,28
E61	m3	ESCOLLERA Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	
			939.076,69
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	
			3.450.891,00
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	
			2.439.530,48
P2007	m3	HM-30/B/IIIa Hormigón para la construcción del espaldón.	
			792.211,68
P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	
			69.384,00
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PLANO PARA PARAMENTOS VISTOS	
			98.565,36
P2010	m3	DRAGADO EN TODO TIPO DE TERRENO	
			1.570.800,00
P2011	m3	RELLENO DE MATERIAL GRANULAR Relleno de material granular sin finos con productos de la excavación o préstamos, en tongadas compactadas, incluso transporte y maquinaria	
			2.784.000,00
CONTRADIQUE			
Código	Unidad	Descripción	IMPORTE €
E03	m3	TODO UNO Colocación de relleno todo uno de cantera sin finos seleccionado de tamaño 1-100 Kg en el núcleo del dique	
			1.620.304,00

E61	m3	ESCOLLERA Escollera de 100 Kg, 250 Kg y 2.750 Kg	181.963,80
E05	m3	BLOQUES CÚBICOS DE HORMIGÓN Fabricación de bloques de hormigón de 34 Tn, 21 Tn y 11 Tn a pie de obra	1.563.720,00
E25	m3	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Bloques de 34 Tn, 21 Tn, 11 Tn con grúa autopropulsada de 100 tn en posición delimitada, incluso comprobación de submarinista	1.105.437,00
P2007	m3	HM-30/B/IIIa Hormigón para la construcción del espaldón.	181.008,00
P2008	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS	19.756,80
P2009	m2	ENCOFRADO MACHIEMBRADO PLANO PARA PARAMENTOS VISTOS	19.967,20
RELLENO PLANTA FABRICACIÓN BLOQUES DE HORMIGÓN			
Código	Unidad	Descripción	IMPORTE €
E61	m3	ESCOLLERA De 100 Kg, 250 Kg, 950 Kg y 2750 Kg	472,63
E60	m3	TODO UNO DE CANTERA Para relleno del área de la planta de fabricación de bloques.	633,03
03.03	m3	TIERRA Relleno, extendido y compactado de cm de espesor por medios mecánicos.	5,45



## PROYECTO DEL NUEVO PUERTO EXTERIOR DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

**5. RESUMEN DE PRESUPUESTO**

01	DIQUE	15.434.330,49
02	CONTRADIQUE	4.692.156,80
03	RELLENO PLANTA FABRICACIÓN BLOQUES DE HORMIGÓN	1.111,10
04	GESTIÓN DE RESIDUOS	5.189,55
05	SEGURIDAD Y SALUD	5.130,21
06	ILUMINACIÓN Y BALIZAMIENTO	1.800,00
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		20.139.718,15
13 % Gastos generales		2.618.163,36
6 % Beneficio industrial		1.208.383,09
TOTAL		3.826.546,45
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		23.966.264,60
21% IVA		5.032.915,57
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		<u>28.999.180,17</u>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de VEINTIOCHO MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL CIENTO OCHENTA EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS.

Santander, septiembre de 2018,

Judit Hoyos Cordero